

(19)日本国特許庁 (JP)

(12) 公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開平7-176255

(43)公開日 平成7年(1995)7月14日

(51)Int.Cl.⁶

H 01 H 51/24
49/00

識別記号

府内整理番号

B
J

F I

技術表示箇所

審査請求 未請求 請求項の数 5 O L (全 11 頁)

(21)出願番号 特願平5-320525

(22)出願日 平成5年(1993)12月20日

(71)出願人 000004651

日本信号株式会社

東京都千代田区丸の内3丁目3番1号

(71)出願人 000167989

江刺 正喜

宮城県仙台市太白区八木山南1丁目11番地
9

(72)発明者 浅田 規裕

埼玉県浦和市上木崎1丁目13番8号 日本
信号株式会社与野事業所内

(72)発明者 江刺 正喜

宮城県仙台市太白区八木山南1-11-9

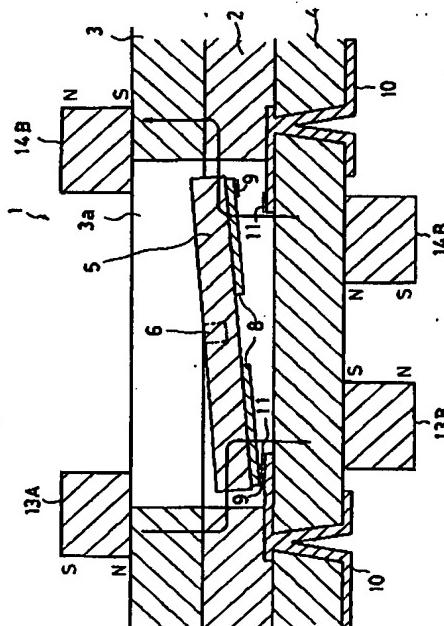
(74)代理人 弁理士 笹島 富二雄

(54)【発明の名称】 ブレーナー型電磁リレー及びその製造方法

(57)【要約】

【目的】電磁リレーの薄型化及び小型化を図ることを目的とする。

【構成】シリコン基板2に、平板状の可動板5と該可動板5を揺動可能に軸支するトーションバー6とを一体形成する。前記可動板5の上面周縁部に通電により磁界を発生する平面コイル7を設け、下面側に可動接点9を設ける。更に、シリコン基板2の上下面にガラス基板3, 4を設け、下側ガラス基板3には、前記可動接点9と接觸可能な固定接点11を設ける。更に、ガラス基板3, 4の所定位置に、平面コイルに磁界を作用させる永久磁石13A, 13B及び14A, 14Bを固定する構成とする。また、この電磁リレーを半導体素子の製造プロセスによって製造する。



【特許請求の範囲】

【請求項1】半導体基板に、平板状の可動板と該可動板を半導体基板に対して基板上下方向に揺動可能に軸支するトーションバーとを一体形成し、前記可動板の上面周縁部に通電により磁界を発生する平面コイルを敷設すると共に下面側に可動接点部を設ける一方、半導体基板の下面に前記可動板の接点部に対応する位置に固定接点部を設けた下側絶縁基板を設け、半導体基板の上面には少なくとも可動板上方を開放した上側絶縁基板を設け、前記トーションバーの軸方向と平行な可動板の対辺の平面コイル部に磁界を作用させる互いに対をなす永久磁石を前記上下絶縁基板に固定する構成としたことを特徴とするプレーナー型電磁リレー。

【請求項2】半導体基板に、平板状の可動板と該可動板を半導体基板に対して基板上下方向に揺動可能に軸支するトーションバーとを一体形成し、前記可動板の上面周縁部に永久磁石を設けると共に下面側に可動接点部を設ける一方、前記トーションバーの軸方向と平行な可動板の対辺側方の半導体基板部分に、通電により磁界を発生する平面コイルを設け、半導体基板の下面に前記可動板の接点部に対応する位置に固定接点部を設けた下側絶縁基板を設け、半導体基板の上側には少なくとも可動板上方を開放した上側絶縁基板を設ける構成としたことを特徴とするプレーナー型電磁リレー。

【請求項3】前記上側絶縁基板の開放部を閉塞し、上下絶縁基板と半導体基板とで囲まれる可動板収納空間を真空状態とする構成とした請求項1又は2記載のプレーナー型電磁リレー。

【請求項4】半導体基板のトーションバー形成部分を除いて基板の下面から上面に向けて異方性エッチングにより貫通させて前記トーションバー部分で半導体基板に揺動可能に軸支される可動板を形成する工程と、可動板上面周囲に電解めっきにより平面コイルを形成する工程と、可動板下面側に可動接点部を形成する工程と、下側絶縁基板の上面に前記可動接点に接離可能な固定接点部を形成する工程と、半導体基板の上下面に陽極接合により下面絶縁基板と少なくとも可動板上方部分を開放した上面絶縁基板とを固定する工程と、トーションバー軸方向と平行な可動板の対辺に対応する上面絶縁基板部分と下面絶縁基板部分に永久磁石を固定する工程とからなるプレーナー型電磁リレーの製造方法。

【請求項5】半導体基板のトーションバー形成部分を除いて基板の下面から上面に向けて異方性エッチングにより貫通させて前記トーションバー部分で半導体基板に揺動可能に軸支される可動板を形成する工程と、可動板上面周囲に薄膜の永久磁石を形成する工程と、可動板下面側に可動接点部を形成する工程と、前記トーションバーの軸方向と平行な可動板の対辺側方の半導体基板部分に電解めっきにより平面コイルを形成する工程と、下側絶縁基板の上面に前記可動接点に接離可能な固定接点部を形

成する工程と、半導体基板の上下面に陽極接合により下面絶縁基板と少なくとも可動板上方部分を開放した上面絶縁基板とを固定する工程とからなるプレーナー型電磁リレーの製造方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】本発明は、半導体素子製造技術を用いて製造するプレーナー型電磁リレー及びその製造方法に関する。

【0002】

【従来の技術】半導体デバイスの高集積化に代表されるマイクロエレクトロニクスの発展によって、様々な機器が高機能化と共に小型化している。産業用ロボットのような比較的大きなエネルギーを扱う制御系もその例外ではない。このような制御系では制御装置のマイクロエレクトロニクス化によって、大きなエネルギーの制御を非常に小さなエネルギーで制御するようになっている。この結果、ノイズ等による誤動作の問題が表面化し、最終段の出力デバイスとして電磁リレーの需要が増大している。

【0003】

【発明が解決しようとする課題】ところが、従来の電磁リレーは半導体と比較すれば桁違いに大きな体積を占有する。従って、機器の小型化を推進するためには、電磁リレーの小型化が必要である。そして、従来の一般的な巻線タイプの電磁リレーでは、長さ幅14mm、幅9mm、高さ5mmが世界最小である（「超薄型シグナルリレー」、松下電工技報、No.35、pp27～31（1987年））参照）。

【0004】また、最近では、更に電磁リレーの小型化を図るため、マイクロマシニング技術を用いたプレーナー型電磁リレーが提案されている（H. Hosaka, H. Kuwano and K. K. Yanagisawa "ELECTROMAGNETICMICRORELAYS : CONCEPTS AND FUNDAMENTAL CHARACTERISTICS", Proc. IEEE MENS Workshop 93, pp. 12～17(1993)参照）。しかしながら、上記のプレーナー型電磁リレーも、コイルは従来の巻線型を用いており、小型化には限界がある。

【0005】本発明は上記の事情に鑑みなされたもので、電磁リレーのより一層の小型化を図ることを目的とする。

【0006】

【課題を解決するための手段】このため、第1の発明のプレーナー型電磁リレーでは、半導体基板に、平板状の可動板と該可動板を半導体基板に対して基板上下方向に揺動可能に軸支するトーションバーとを一体形成し、前記可動板の上面周縁部に通電により磁界を発生する平面コイルを敷設すると共に下面側に可動接点部を設ける一方、半導体基板の下面に前記可動板の接点部に対応する位置に固定接点部を設けた下側絶縁基板を設け、半導体基板の上面には少なくとも可動板上方を開放した上側絶縁基板を設け、前記トーションバーの軸方向と平行な可

動板の対辺の平面コイル部に磁界を作用させる互いに対をなす永久磁石を前記上下絶縁基板に固定する構成とした。

【0007】また、第2の発明の電磁リレーでは、半導体基板に、平板状の可動板と該可動板を半導体基板に対して基板上下方向に揺動可能に軸支するトーションバーとを一体形成し、前記可動板の上面周縁部に永久磁石を設けると共に下面側に可動接点部を設ける一方、前記トーションバーの軸方向と平行な可動板の対辺側方の半導体基板部分に、通電により磁界を発生する平面コイルを設け、半導体基板の下面に前記可動板の接点部に対応する位置に固定接点部を設けた下側絶縁基板を設け、半導体基板の上側には少なくとも可動板上方を開放した上側絶縁基板を設ける構成とした。

【0008】また、前記上側絶縁基板の開放部を閉塞し、上下絶縁基板と半導体基板とで囲まれる可動板収納空間を真空状態とする構成とするとよい。第1の発明の電磁リレーの製造方法としては、半導体基板のトーションバー形成部分を除いて基板の下面から上面に向けて異方性エッチングより貫通させて前記トーションバー部分で半導体基板に揺動可能に軸支される可動板を形成する工程と、可動板上面周囲に電解めっきにより平面コイルを形成する工程と、可動板下面側に可動接点部を形成する工程と、下側絶縁基板の上面に前記可動接点に接離可能な固定接点部を形成する工程と、半導体基板の上下面に陽極接合により下面絶縁基板と少なくとも可動板上方部分を開放した上面絶縁基板とを固定する工程と、トーションバー軸方向と平行な可動板の対辺に対応する上面絶縁基板部分と下面絶縁基板部分に永久磁石を固定する工程とからなることを特徴とする。

【0009】また、第2の発明の電磁リレーの製造方法は、半導体基板のトーションバー形成部分を除いて基板の下面から上面に向けて異方性エッチングより貫通させて前記トーションバー部分で半導体基板に揺動可能に軸支される可動板を形成する工程と、可動板上面周囲に薄膜の永久磁石を形成する工程と、可動板下面側に可動接点部を形成する工程と、前記トーションバーの軸方向と平行な可動板の対辺側方の半導体基板部分に電解めっきにより平面コイルを形成する工程と、下側絶縁基板の上面に前記可動接点に接離可能な固定接点部を形成する工程と、半導体基板の上下面に陽極接合により下面絶縁基板と少なくとも可動板上方部分を開放した上面絶縁基板とを固定する工程とからなることを特徴とする。

【0010】

【作用】かかる構成によれば、半導体素子製造プロセスを利用して半導体基板に可動部を形成すると共に、可動板に平面コイルを形成するようにしたので、コイル部分を、薄型化及び小型化することができ、従来の巻線型に比べて格段に電磁リレーの小型化を図ることができる。

【0011】更に、可動板の収納空間を真空封止するよ

うにすれば、可動板の揺動抵抗をなくすことができるようになり、電磁リレーの応答性を高めることができる。

【0012】

【実施例】以下、本発明の実施例を図面に基づいて説明する。図1～図4に第1の発明に係るプレーナー型電磁リレーの第1実施例の構成を示す。図において、本実施例の電磁リレー1は、半導体基板であるシリコン基板2の上下面に、それぞれ例えればホウケイ酸ガラス等からなる上側及び下側絶縁基板としての上側及び下側ガラス基板3、4を陽極接合した3層構造となっている。そして、前記上側ガラス基板3は、後述する可動板5上方部分を開放するよう、例えば超音波加工等によって開口部3aが設けられている。

【0013】前記シリコン基板2には、平板状の可動板5と、この可動板5の中心位置でシリコン基板2に対して基板上下方向に揺動可能に可動板5を軸支するトーションバー6、6とが異方性エッチングによって一体形成されている。従って、可動板5及びトーションバー6もシリコン基板と同一材料からなっている。前記可動板5の上面周縁部には、図3に示すように、通電により磁界を発生する銅薄膜からなる平面コイル7が絶縁被膜で覆われて設けられている。ここで、コイルは抵抗分によってジュール熱損失があり抵抗の大きな薄膜コイルを高密度に実装すると発熱により駆動力が制限されることから、本実施例では、従来公知の電解めっきによる電鋳コイル法によって前記平面コイル7を形成してある。電鋳コイル法は、基板上にスペッタで薄いニッケル層を形成し、このニッケル層の上に銅電解めっきを行って銅層を形成し、コイルに相当する部分を除いて銅層及びニッケル層を除去することで、銅層とニッケル層からなる薄膜の平面コイルを形成するもので、薄膜コイルを低抵抗で高密度に実装できる特徴があり、マイクロ磁気デバイスの小型化・薄型化に有効である。また、可動板5の下面側の両側には、図4に示すように、コ字上の電気配線8、8が設けられ、これら各電気配線8、8のそれぞれの端部上面には、例えは金、白金等の可動接点9、9が設けられている。

【0014】更に、下側ガラス基板4の上面には、電気配線10、10が図3の二点鎖線で示すようなパターンで形成されており、この電気配線10、10上面の前記可動接点9、9に対応する位置に、同じく金、白金等からなる固定接点11、11が設けられている。前記電気配線10、10は、図2に示すように、下側ガラス基板4に設けた貫通穴部分を介して下側ガラス基板4の下面側に引き出されている。

【0015】シリコン基板2のトーションバー6、6の側方上面には、トーションバー6、6の部分を介して平面コイル7と電気的に接続する一対の電極端子12、12が設けられており、この電極端子12、12は、シリコン基板2上に電鋳コイル法により平面コイル7と同時

形成される。上側及び下側ガラス基板3の図1中左右側には、前記トーションバー6、6の軸方向と平行な可動板5の対辺の平面コイル7部分に磁界を作用させる互いに対をなす円形状の永久磁石13A, 13Bと14A, 14Bが設けられている。互いに対をなす一方の各3個づつの永久磁石13A, 13Bは、図2に示すように、下側がN極、上側がS極となるよう設けられ、互いに対をなす他方の各3個づつの永久磁石14A, 14Bは、図2に示すように、下側がS極、上側がN極となるよう設けられている。

【0016】次に動作を説明する。例えば、一方の電極端子12を+極、他方の電極端子12を-極として平面コイル7に電流を流す。可動板5の両側では、永久磁石13Aと13B、14Aと14Bによって、図2の矢印で示すように上下の磁石間で可動板5の平面に沿って平面コイル7を横切るような方向に磁界が形成されており、この磁界中の平面コイル7に電流が流れると、平面コイル7の電流密度と磁束密度に応じて平面コイル7、*

$$\phi = (M_x / G I_p) = (F' L / 8.5 \times 10^6 r^4) \times 1, \dots \quad (3)$$

ここで、 M_x は捩りモーメント、Gは横弾性係数、 I_p は極断面二次モーメントである。また、L、l₁、r は、それぞれ、トーションバーの中心軸から力点までの距離、トーションバーの長さ、トーションバーの半径であり、図5に示してある。

【0019】そして、前記磁気力Fとばね反力F'が釣り合う位置まで可動板5が回動する。従って、(3)式のF'に(2)式のFを代入することにより、可動板5の変位角φは平面コイル7に流れる電流iに比例することが判る。従って、可動板5下面の可動接点9, 9が、トーションバー6のばね力に打ち勝って下側ガラス基板4上面の固定接点11, 11に圧接するのに充分な電流を平面コイル7に流せば、可動板5の回動で可動接点9, 9と固定接点11, 11を接触させることができ。そして、平面コイル7に流す電流の方向の切り換え又は電流をON/OFFすることで、接点の切り換え又※

$$B_n = \frac{Br}{2\pi} \int_{-d/2}^{d/2} \frac{z[(d/2)^2 - y^2]^{1/2} dy}{[(y-y_0)^2 + z^2][(d/2)^2 + z^2 + y_0^2 - 2yoy]^{1/2}} \dots \quad (4)$$

【0023】

$$B_s =$$

$$\frac{Br}{2\pi} \int_{-d/2}^{d/2} \frac{(z+1)[(d/2)^2 - y^2]^{1/2} dy}{[(y-y_0)^2 + (z+1)^2][(d/2)^2 + (z+1)^2 + y_0^2 - 2yoy]^{1/2}} \dots \quad (5)$$

【0024】 $B = B_n + B_s \dots \quad (6)$

ここで、【数1】、【数2】の各式において、Brは永久磁石の残留磁束密度、x、y、zは永久磁石の周りの空間の任意の点を表す座標、Iは永久磁石のN極面とS極面との距離、dは各極面の半径である。例えれば、半径

* 言い換えると可動板5の両端に、電流・磁束密度・力のフレミングの左手の法則に従った方向(図5に示す)に磁気力Fが作用し、この力はローレンツ力から求められる。

【0017】この磁気力Fは、平面コイル7に流れる電流密度をi、永久磁石13A, 13Bと14A, 14Bによる磁束密度をBとすると、下記の(1)式で求められる。

$$F = i \times B \dots \quad (1)$$

10 実際には、平面コイル7の巻数nと、磁気力Fが働くコイル長w(図5中に示す)により異なり、下記の(2)式のようになる。

$$【0018】 F = n w (i \times B) \dots \quad (2)$$

一方、可動板5が回動することによりトーションバー6、6が捩じられ、これによって発生するトーションバー6、6のばね反力F' と可動板5の変位角φの関係は、下記の(3)式のようになる。

$$\phi = (M_x / G I_p) = (F' L / 8.5 \times 10^6 r^4) \times 1, \dots \quad (3)$$

※は電流の通電/遮断を制御することができる。

【0020】次に、本実施例の電磁リレーにおける永久磁石による磁束密度分布の計算結果について説明する。図6は、本実施例に使用した円柱状の永久磁石の磁束密度分布計算モデルを示し、永久磁石のN極とS極それぞれの表面を微小領域dyに分割し、求める点の磁束を計算した。

【0021】N極表面で形成される磁束密度をB_n、S極表面で形成される磁束密度をB_sとすると、これらは円柱状の永久磁石による磁束密度分布の計算式から【数1】、【数2】の各(4)、(5)式によって求めることができ、任意の点における磁束密度Bは、B_nとB_sを合成したものになり、(6)式で示される。

【0022】

【数1】

【数2】

1 mm、高さ1 mm、残留磁束密度0.85 TのSm-Co永久磁石DIANET DM-18(商品名、セイコー電子部品製)を用いて、図7に示すように配置した永久磁石の表面に垂直な面aの磁束密度分布を計算した結果を図8に示す。

【0025】図7のように配置した場合には、磁石間の空間は、略0.3 T以上の磁束密度となっている。次に、可動板5の変位量の計算結果について説明する。可動板5に形成する平面コイル7の幅を100 μm、巻数を14、可動板5の厚さを20 μmとし、トーションバー6の半径を25 μm、長さを1mm、可動板5の幅を4m、長さを5mmとして、(2)式と(3)式から求めた。尚、磁束密度は、前述の磁束密度分布計算で得られた0.3 Tを使用した。

【0026】その結果、図9の(A)及び(B)図から電流1.5 mAで2度の変位角が得られることがわかる。尚、(C)は電流と発生する熱量Qとの関係を示すもので、この時の単位面積当たりの発生熱量は13 μワット/cm²となった。次に、発熱量と放熱の関係について説明する。発熱量はコイルの抵抗で発生するジュール熱であり、従って、単位時間当たりに発生する熱量Qは下記の(7)式によって表される。

$$[0027] Q = i^2 R \quad \dots \quad (7)$$

ここで、iはコイルに流れる電流、Rはコイルの抵抗である。発熱量対流による放熱量Q_cは下記の(8)式で表される。

$$Q_c = h S \Delta T \quad \dots \quad (8)$$

ここで、hは熱伝達係数(空気は5×10⁻³~5×10⁻² [ワット/cm² °C])、Sは素子の表面積、ΔTは素子表面と空気との温度差である。

【0028】発熱部となる可動板の面積を20 mm² (4×5) とすると、(8)式は、

$$Q_c = 1.0 \Delta T [m\text{ワット}/°C] \quad \dots \quad (8)' *$$

$$\Delta Y = (1/2) (4 L_1^3 f / E b t^3) \quad \dots \quad (11)$$

ここで、Eはシリコンのヤング率である。また、可動板の重さfは下記の(12)式で表される。

$$f = W L_1 t \rho g \quad \dots \quad (12)$$

ここで、ρは可動板の体積密度、gは重力加速度である。

【0033】また、可動板の撓み量ΔXは、同じく片持ち梁の撓み量の計算方法を用いて、下記の(13)式のようになる。

$$\Delta X = 4 (L_1/2)^3 F / E W t^3 \quad \dots \quad (13)$$

ここで、Fは可動板の端に作用する磁気力である。そして、前記磁気力Fは(2)式のコイル長wを可動板の長さWと見做して求める。

【0034】これら、トーションバーの撓み量と可動板の撓み量の計算結果を【表1】に示す。尚、可動板の撓み量は、磁気力Fを30 μNとして計算したものである。

【0035】

【表1】

*となり、数十μワット/cm²程度の発熱量ならば素子の温度上昇の問題は無視できることがわかる。尚、参考まで、輻射による放熱量Q_rは下記の(9)式で表される。

$$[0029] Q_r = \epsilon S \sigma T^4 \quad \dots \quad (9)$$

ここで、εは輻射率(黒体はε=1D一般にε<1)、Sは素子の表面積、σはステファンボルツマン定数(π²k⁴/60h³c²)、Tは素子の表面温度である。また、トーションバーからの伝導による放熱量Q_aは下記の(10)式で表される。

【0030】

$$Q_a = 2 \lambda (S/L_1) \Delta T \quad \dots \quad (10)$$

ここで、λは熱伝導率(シリコンは84ワット/mK)、Sはトーションバーの断面積、L₁はトーションバーの長さ、ΔTはトーションバーの両端の温度差である。トーションバーの半径を25 μm、長さを1mmとすると(10)式は、

$$Q_a = 0.1 \Delta T [m\text{ワット}/°C] \quad \dots \quad (10)'$$

となる。

【0031】次にトーションバーの可動板自重による撓みと、電磁力による可動板の撓みについて説明する。図10にこれらの計算モデルを示す。トーションバーの長さをL₁、トーションバーの幅をb、可動板の重さをf、可動板の厚さをt、可動板の幅をW、可動板の長さをL₁とすると、トーションバーの撓み量ΔYは、片持ち梁の撓み量の計算方法を用いて、下記の(11)式のようになる。

【0032】

トーションバーと可動板の撓み量の計算結果

W	6 mm	6 mm	6 mm
L ₁	13mm	13mm	13mm
t	50 μm	50 μm	100 μm
b	50 μm	50 μm	50 μm
L ₁	0.5mm	1.0mm	1.0mm
f	89 μN	89 μN	178 μN
ΔY	0.022 μm	0.178 μm	0.356 μm
ΔX	0.125 μm	0.125 μm	0.016 μm

【0036】上記の【表1】から明らかのように、幅50 μm、長さ1.0 mmのトーションバーの場合、幅6 mm、長さ13 mm、厚さ50 μmの可動板による撓み量ΔYは、0.178 μmであり、可動板の厚さを倍の100 μmとしても、撓み量ΔYは、0.356 μmである。また、幅6 mm、長さ13 mm、厚さ50 μmの可動板の場合、磁気力による撓み量ΔXは、0.125 μmであり、可動板両端の変位量を200 μm程度とすれば、本実施例の電磁リレーの特性には何ら影響はない。

【0037】以上説明したように、本実施例の電磁リレ

一では、コイルの発熱による影響も無視でき、また、可動板5の揺動特性も何ら問題はなく、従来と同様の機能を發揮することができる。そして、半導体素子の製造プロセスを利用して接点可動部やコイル等を形成することによって、従来に比べて格段に超小型で薄型の電磁リレーとすることが可能となる。このため、最終段の出力を電磁リレーで制御する制御系システムの小型化を図ることができる。また、半導体素子の製造プロセスで製造することで、大量生産が可能となる。

【0038】 次に上記第1実施例の電磁リレーの製造工程を、図11～図14を参照しながら説明する。まず、図11及び図12にシリコン基板の加工工程を示す。厚さ300 μmのシリコン基板101の上下面を熱酸化して酸化膜(1 μm)102を形成する(a工程)。

【0039】 次に、裏面側にホトリソグラフにより貫通穴のパターンを形成し、貫通穴部分の酸化膜をエッティング除去し(b工程)、更に、可動板形成部の酸化膜を厚さ0.5 μmまで除去する(c工程)。次に、表面側にワックス層103を設けた後、貫通穴部分に異方性エッティングを100 μm行う(d工程)。

【0040】 裏面側の可動板部分の薄い酸化膜を除去し(e工程)、貫通穴と可動板部分に異方性エッティングを100 μm行う(f工程)。次に、貫通穴部分で囲まれた可動板裏面に相当するシリコン基板部分に、電気配線部分を残してマスクし、例えばニッケル或いは銅のスパッタを行ってコ字状の電気配線8, 8を形成し、更に、可動接点部分を除いてマスクし、金或いは白金の層を例えば蒸着等によって形成し可動接点9, 9を形成する(g工程)。

【0041】 次に、表面側のワックス層103を除去し、表面側の酸化膜102上に、従来公知の電鋳コイル法によって平面コイル、電極端子部(図示せず)を形成する。電鋳コイル法は、シリコン基板101の表面側にニッケルのスパッタを行ってニッケル層を形成し、銅電解めつきを行って銅層を形成する。次にポジ型のレジストで平面コイル及び電極端子に相当する部分をマスクし、銅エッティング、ニッケルエッティングを順次行い、エッティング後、レジストを除去し、更に、銅電解めつきを行ってニッケル層の全周を銅で覆い平面コイル及び電極端子に相当する銅層を形成する。次に、銅層を除いた部分にネガ型のメッキレジストを塗布した後、銅電解めつきを行って銅層を厚くして、平面コイル及び電極端子を形成する。そして、平面コイル部分を例えば感光性ポリイミド等の絶縁層で覆う。平面コイルを2層にする場合は、再度ニッケルのスパッタ工程から絶縁層形成までの工程を繰り返し行えばよい(h工程)。

【0042】 次に、表面側にワックス層103'を設け、可動板裏面部分をマスクした後、貫通穴部分に異方性エッティングを100 μm行い、貫通穴部分を貫通させ、可動板部分を除いてワックス層103'を除去する。この際

に、上下の酸化膜102も除去する。これにより、可動板5とトーションバー(図示せず)が形成され、図1のシリコン基板2が形成される(i, j工程)。

【0043】 以上で、シリコン基板2の可動板5及びトーションバーが一体に形成される。その後、可動板部分のワックス層を除去した後、シリコン基板2の上下面に上側ガラス基板3と下側ガラス基板4をそれぞれ陽極接合によって結合し、上下のガラス基板3, 4の所定位置に永久磁石10A, 10Bと11A, 11Bを取付ければよい。

【0044】 次に、図13及び図14を参照しながら上下ガラス基板の加工工程を説明する。まず、上側ガラス基板3は、例えば超音波加工により可動板上方部分に相当する位置に穴を開け、開口部3aを形成すればよい(a工程)。一方、下側ガラス基板4では、まず、電解放電加工によってスルーホール用の貫通穴4a, 4aをガラス基板4の裏面側から形成する(b工程)。

【0045】 そして、下側ガラス基板4の両面に、例えば、ニッケル或いは銅のスパッタを行い、金属層104を形成する(c工程)。次に、貫通穴4aを含む電気配線部分をマスクし、その他の部分をエッティングして金属層104を除去することで、電気配線10, 10を形成する(d工程)。次に、ガラス基板4の表面側にリフトオフ用に、ホトリソグラフにより固定接点のパターンを形成して固定接点部を除いてレジスト105を塗布する(e工程)。

【0046】 次に、ガラス基板4表面側の全面に金或いは白金の蒸着により蒸着層106を形成する(f工程)。次に、レジストを除去することで、固定接点部を除く他の部分の蒸着層106を除去し、固定接点11, 11を形成する(g工程)。次に第1の発明に係る電磁リレーの第2実施例を図15に示す。尚、第1実施例と同一要素には同一符号を付して説明を省略する。

【0047】 図において、本実施例の電磁リレー21は、シリコン基板2及び下側ガラス基板4の構成は、第1実施例と同様であるが、上側ガラス基板3'の構成が異なる。即ち、上側ガラス基板3'は、第1実施例の上側ガラス基板3の開口部3aに相当する部分を、放電加工等によって溝3A'として閉塞する構成としてある。そして、シリコン基板2の上下面に、上側ガラス基板3'と下側ガラス基板4を陽極接合によって結合して、可動板5の揺動空間を密閉する構成としている。更に、この密閉空間を真空雰囲気にして電磁リレー21を駆動させる。

【0048】かかる構成によれば、可動板5が回動する際の空気抵抗がなくなるため、可動板の応答性を向上できる。そして、シリコン基板2に上下のガラス基板3', 4を結合する際に、接着剤を用いるとガスが可動板の揺動空間に侵入する虞れがあるが、本実施例のように陽極接合を用いればその心配はない。また、可動板

5の揺動空間を真空封止する際に、空間内に硫化フッ素(SF₆)を封入することで、絶縁耐圧が向上する。

【0049】次に、図16に第2の発明に係る電磁リレーの実施例を示し説明する。尚、上記の各実施例と同一要素には同一符号を付して説明を省略する。図16において、本実施例の電磁リレー31では、可動板5側に、平面コイルに代えて薄膜の永久磁石32を設ける。一方、シリコン基板2のトーションバー6、6の軸方向と平行な可動板5の対辺側方の部分に、通電により磁界を発生する平面コイル7A、7Bを設ける。また、上側ガラス基板3'は、図15に示すものと同様で溝3A'を有し閉塞された構成である。尚、本実施例では枠状に永久磁石を設けたが、平面コイルと対応する辺だけに永久磁石を設けるようにしてもよい。

【0050】かかる構成のように、薄膜の永久磁石32を可動板5側に設け、平面コイル7A、7Bをシリコン基板2側に設けるようにしても、上述の各実施例と同様に動作させることができる。更に、可動板5側にコイルを設けていないので、発熱に関する問題は生じない。また、薄膜の磁石を用いているので、可動板5の動作が鈍くなると言うことはなく、可動板5だけの封止も可能である。そして、可動板5の揺動空間を真空封止すれば、図15に示す実施例と同様で可動板5の応答性が良好となる。

【0051】

【発明の効果】以上説明したように本発明によれば、コイルを従来の巻線型ではなく半導体素子製造技術を用いて形成する構成としたので、従来の巻線型コイルを用いる電磁リレーに比較して格段に小型化及び薄型化することができます。従って、電磁リレーを使用する制御系のシステムの集積化及び小型化を図ることができる。

【0052】また、可動板の揺動空間を密閉空間として真空封止する構成とすれば、空気抵抗をなくすことができ、可動板の応答性を向上でき、リレー応答性を高めることができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】第1の本発明に係る電磁リレーの第1実施例を*

*示す構成図

【図2】同上第1実施例の拡大縦断面図

【図3】同上第1実施例の可動板の上面側の拡大斜視図

【図4】同上第1実施例の可動板の下面側の拡大斜視図

【図5】同上第1実施例のガルバノミラーの動作原理を説明する図

【図6】同上第1実施例の永久磁石による磁束密度分布の計算モデル図

【図7】計算した磁束密度分布位置を示す図

【図8】図7に示す位置の磁束密度分布の計算結果を示す図

【図9】可動板の変位量と電流量との計算結果を示すグラフ

【図10】トーションバー及び可動板の撓み量の計算モデル図

【図11】同上第1実施例のシリコン基板の加工工程の説明図

【図12】図11に続くシリコン基板の加工工程の説明図

【図13】同上第1実施例のガラス基板の加工工程の説明図

【図14】図13に続くガラス基板の加工工程の説明図

【図15】第1の発明に係る電磁リレーの第2実施例の構成を示す斜視図

【図16】第2の発明に係る電磁リレーの実施例の構成を示す斜視図

【符号の説明】

1, 21, 31 電磁リレー

2 シリコン基板

3, 3' 上側ガラス基板

4 下側ガラス基板

5 可動板

6 トーションバー

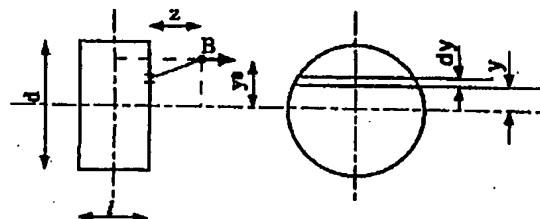
7 平面コイル

9 可動接点

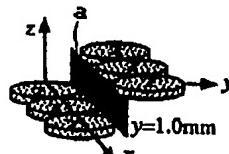
11 固定接点

13A, 13B, 14A, 14B, 32 永久磁石

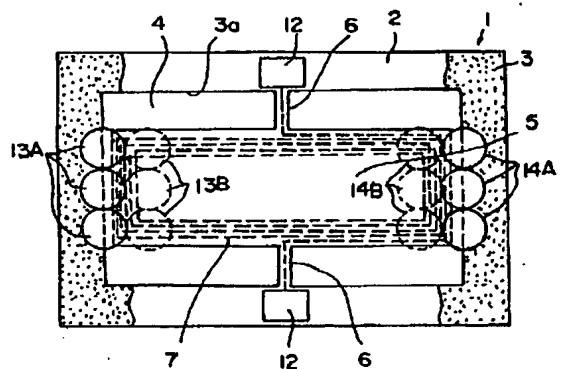
【図6】



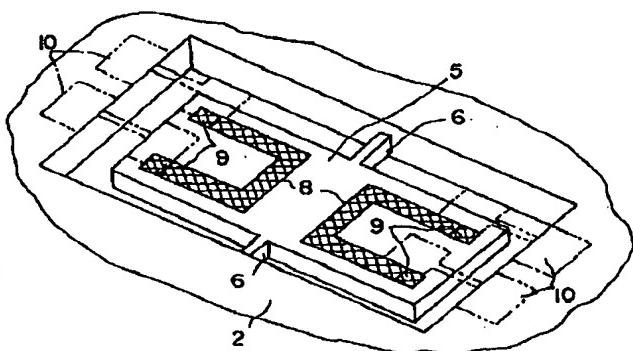
【図7】



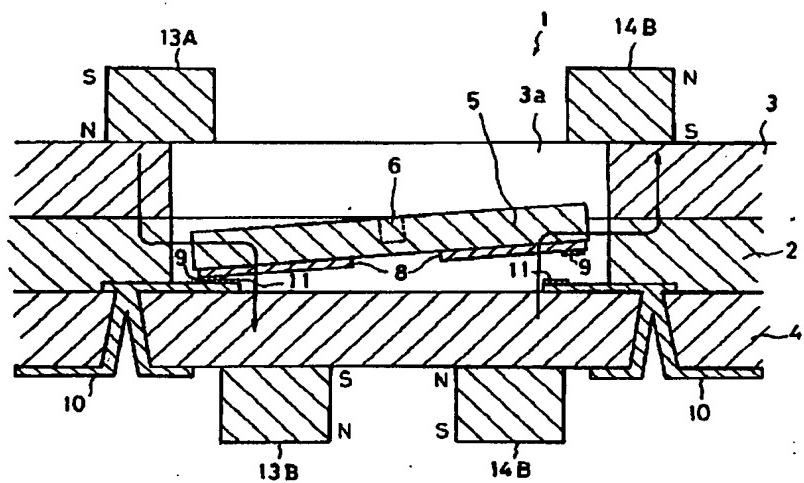
【図1】



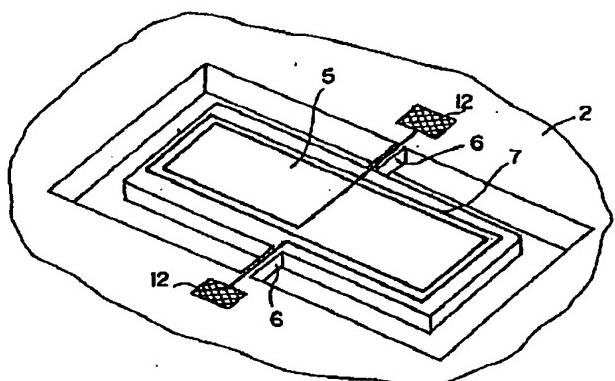
【図4】



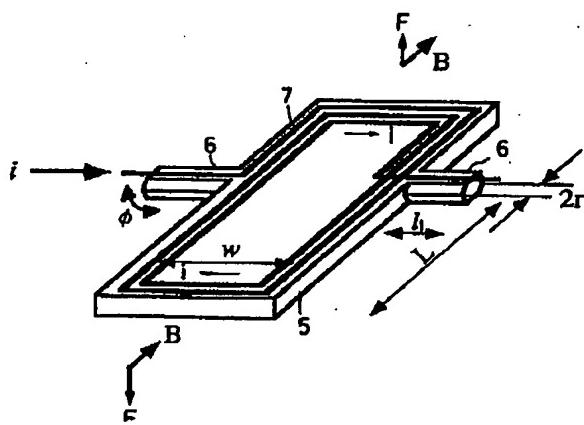
【図2】



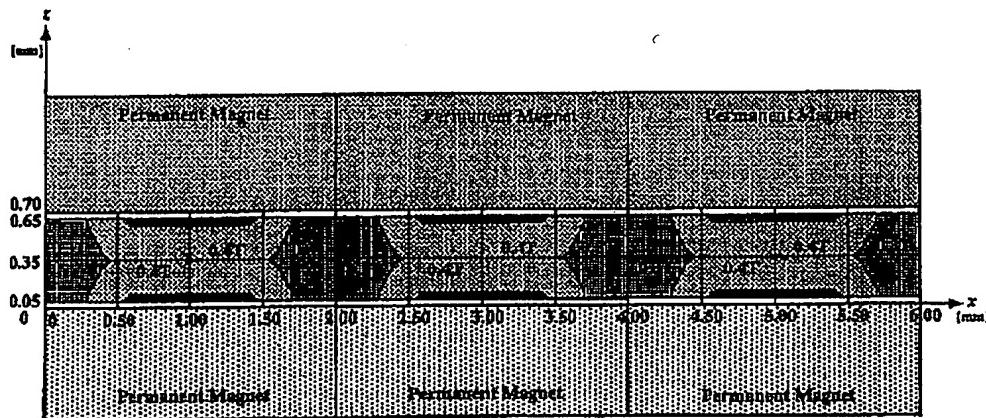
【図3】



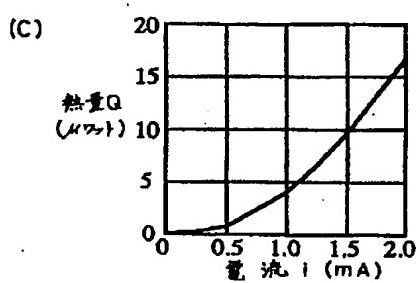
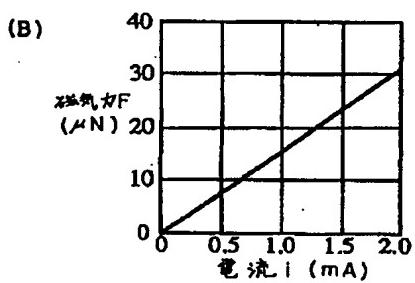
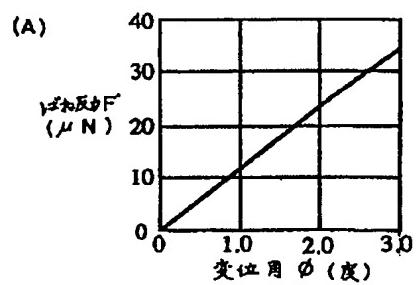
【図5】



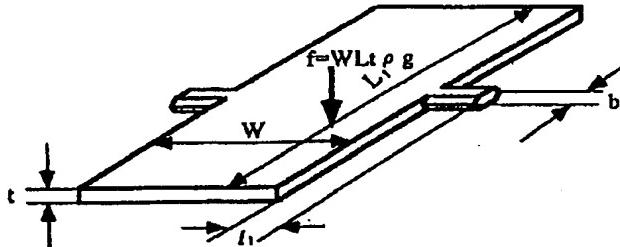
【図8】



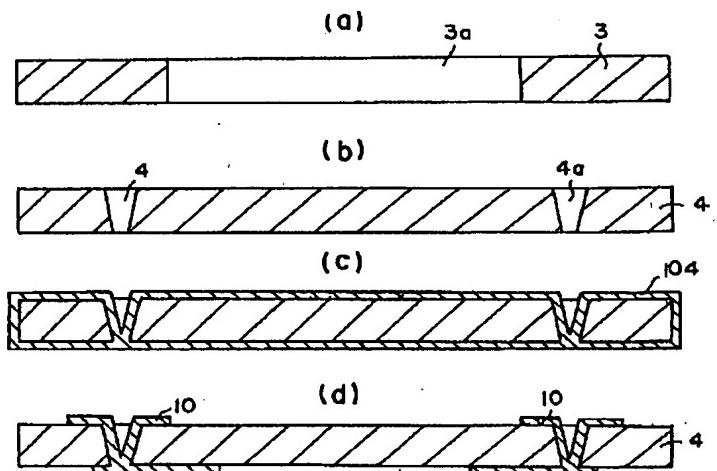
【図9】



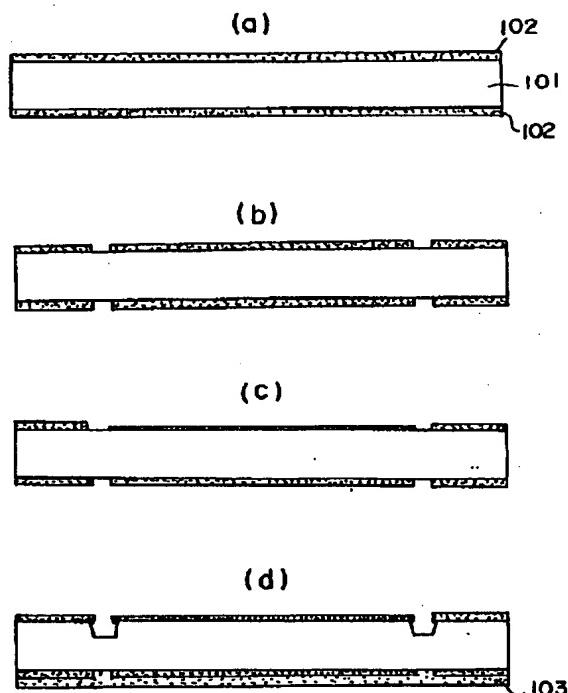
【図10】



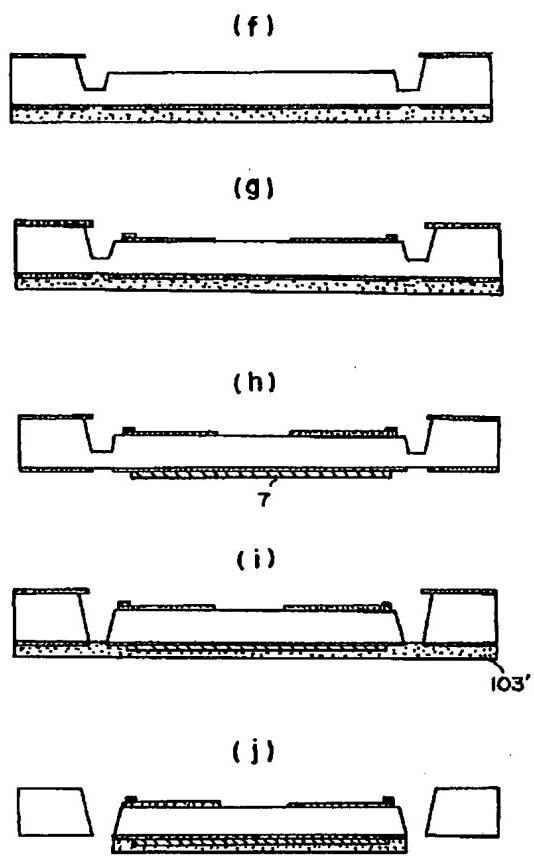
【図13】



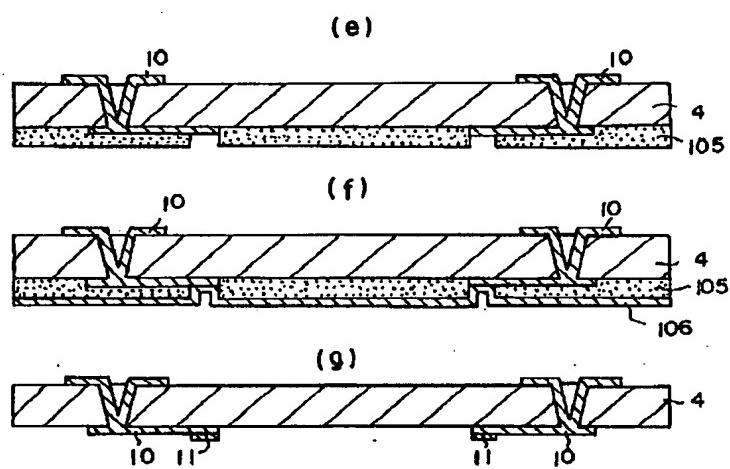
【図11】



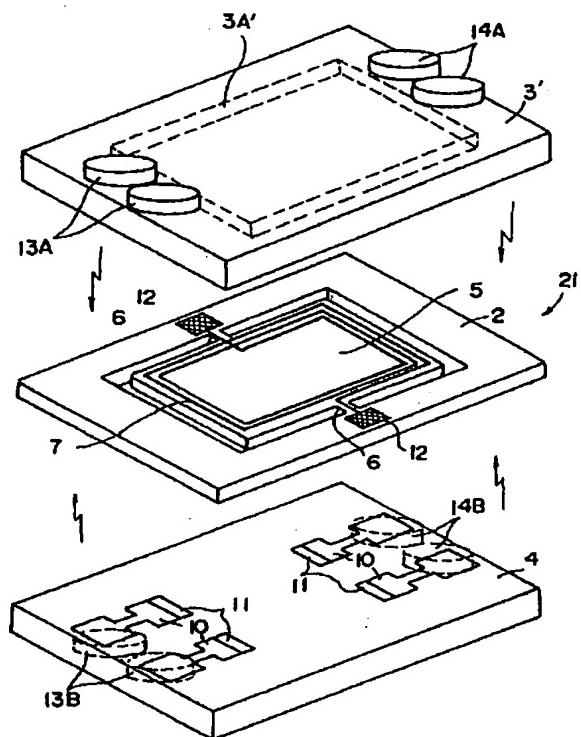
【図12】



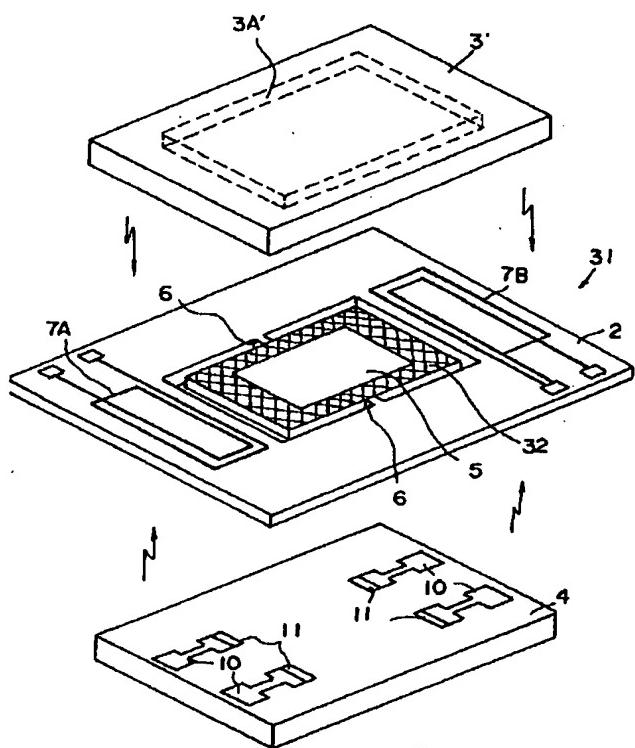
【図14】



【図15】



【図16】



【公報種別】特許法第17条の2の規定による補正の掲載

【部門区分】第7部門第1区分

【発行日】平成13年2月23日(2001.2.23)

【公開番号】特開平7-176255

【公開日】平成7年7月14日(1995.7.14)

【年通号数】公開特許公報7-1763

【出願番号】特願平5-320525

【国際特許分類第7版】

H01H 51/24

49/00

【F I】

H01H 51/24 B

49/00 J

【手続補正書】

【提出日】平成12年5月30日(2000.5.30)

【手続補正1】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】特許請求の範囲

【補正方法】変更

【補正内容】

【特許請求の範囲】

【請求項1】半導体基板に、平板状の可動板と該可動板を半導体基板に対して搖動可能に軸支するトーションバーとを一体形成し、前記可動板の周縁部に通電により磁界を発生する平面コイルを敷設すると共に可動接点部を設ける一方、前記可動板の可動接点部に接離可能な固定接点部を設け、前記トーションバーの軸方向と平行な可動板の対辺の平面コイル部に静磁界を与える磁界発生手段を備える構成としたことを特徴とするプレーナー型電磁リレー。

【請求項2】前記磁界発生手段は、前記トーションバーの軸方向と平行な可動板の対辺の平面コイル部のみに静磁界を与える構成である請求項1に記載のプレーナー型電磁リレー。

【請求項3】前記磁界発生手段は、前記可動板に対して上下に配置して、前記可動板平面に沿う静磁界を発生させる構成とした請求項1又は2に記載のプレーナー型電磁リレー。

【請求項4】前記磁界発生手段は、前記可動板に対して上下に配置し、且つ位置をずらして、前記可動板平面に沿う静磁界を発生させる構成とした請求項1又は2に記載のプレーナー型電磁リレー。

【請求項5】半導体基板の上下面に上側基板と下側基板を設け、上側及び下側の基板にそれぞれ前記磁界発生手段を固定する構成とした請求項3又は4に記載のプレーナー型電磁リレー。

【請求項6】前記磁界発生手段は、永久磁石である請求

項1～5のいずれか1つに記載のプレーナー型電磁リレー。

【請求項7】半導体基板に、平板状の可動板と該可動板を半導体基板に対して搖動可能に軸支するトーションバーとを一体形成し、前記可動板の周縁部に磁界発生手段を設けると共に可動接点部を設ける一方、前記トーションバーの軸方向と平行な可動板の対辺側方の半導体基板部分に、通電により磁界を発生する平面コイルを設け、前記可動板の可動接点部に接離可能な固定接点部を設ける構成としたことを特徴とするプレーナー型電磁リレー。

【請求項8】前記磁界発生手段は、薄膜の永久磁石である請求項7に記載のプレーナー型電磁リレー。

【請求項9】半導体基板の上下面に上側基板と下側基板を設ける構成とした請求項7又は8に記載のプレーナー型電磁リレー。

【請求項10】前記上側基板と下側基板で可動板収納空間を閉塞し、この可動板収納空間を真空状態とする構成とした請求項5又は9に記載のプレーナー型電磁リレー。

【請求項11】前記上側基板及び下側基板が、絶縁基板である請求項10に記載のプレーナー型電磁リレー。

【請求項12】半導体基板のトーションバー形成部分を除いて基板の下面から上面に向けて貫通させて前記トーションバー部分で半導体基板に搖動可能に軸支される可動板を形成する工程と、可動板周囲に平面コイルを形成する工程と、可動板に可動接点部を形成する工程と、前記可動接点に接離可能な固定接点部を形成する工程と、トーションバー軸方向と平行な可動板の対辺に対応する位置に磁界発生手段を固定する工程とからなるプレーナー型電磁リレーの製造方法。

【請求項13】前記磁界発生手段を固定する工程は、磁界発生手段を、可動板に対して上下に配置して、可動板平面に沿う静磁界を発生させるように固定する請求項1

2に記載のプレーナー型電磁リレーの製造方法。

【請求項14】前記磁界発生手段を固定する工程は、磁界発生手段を、可動板に対して上下に配置し、且つ位置をずらして、可動板平面に沿う静磁界を発生させるよう固定する請求項12に記載のプレーナー型電磁リレーの製造方法。

【請求項15】半導体基板のトーションバー形成部分を除いて基板の下面から上面に向けて貫通させて前記トーションバー部分で半導体基板に振動可能に軸支される可動板を形成する工程と、可動板周囲に磁界発生手段を形成する工程と、可動板に可動接点部を形成する工程と、前記トーションバーの軸方向と平行な可動板の対辺側方の半導体基板部分に平面コイルを形成する工程と、前記可動接点に接離可能な固定接点部を形成する工程とからなるプレーナー型電磁リレーの製造方法。

【請求項16】前記可動板形成工程は、異方性エッチングを用いる請求項12～15のいずれか1つに記載のプレーナー型電磁リレーの製造方法。

【請求項17】前記平面コイル形成工程は、電解めつきにより平面コイルを形成する請求項12～16のいずれか1つに記載のプレーナー型電磁リレーの製造方法。

【請求項18】半導体基板の上下面に上側基板と下側基板とを固定する工程を有する請求項12～17のいずれか1つに記載のプレーナー型電磁リレーの製造方法。

【請求項19】前記上側及び下側基板の固定工程は、陽極接合を用いて行う請求項18に記載のプレーナー型電磁リレーの製造方法。

【手続補正2】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0003

【補正方法】変更

【補正内容】

【0003】

【発明が解決しようとする課題】ところが、従来の電磁リレーは半導体と比較すれば桁違いに大きな体積を占有する。従って、機器の小型化を推進するためには、電磁リレーの小型化が必要である。そして、従来の一般的な巻線タイプの電磁リレーでは、長さ14mm、幅9mm、高さ5mmが世界最小である（「超薄型シグナルリレー」、松下電工技報、No.35、pp27～31（1987年）参照）。

【手続補正3】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0006

【補正方法】変更

【補正内容】

【0006】

【課題を解決するための手段】このため、第1の発明のプレーナー型電磁リレーでは、半導体基板に、平板状の可動板と該可動板を半導体基板に対して振動可能に軸支

するトーションバーとを一体形成し、前記可動板の周縁部に通電により磁界を発生する平面コイルを敷設すると共に可動接点部を設ける一方、前記可動板の可動接点部に接離可能な固定接点部を設け、前記トーションバーの軸方向と平行な可動板の対辺の平面コイル部に静磁界を与える磁界発生手段を備える構成とした。

【手続補正4】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0007

【補正方法】変更

【補正内容】

【0007】前記磁界発生手段は、前記トーションバーの軸方向と平行な可動板の対辺の平面コイル部のみに静磁界を与える構成とするといい。具体的には、磁界発生手段を、前記可動板に対して上下に配置する。更には、磁界発生手段を、前記可動板に対して上下に配置し、且つ位置をずらして、前記可動板平面に沿う静磁界を発生させるようにするとよい。このような場合、半導体基板の上下面に上側基板と下側基板を設け、上側及び下側の基板にそれぞれ前記磁界発生手段を固定する構成とするといい。前記磁界発生手段は、永久磁石とする。また、第2の発明の電磁リレーでは、半導体基板に、平板状の可動板と該可動板を半導体基板に対して振動可能に軸支するトーションバーとを一体形成し、前記可動板の周縁部に磁界発生手段を設けると共に可動接点部を設ける一方、前記トーションバーの軸方向と平行な可動板の対辺側方の半導体基板部分に、通電により磁界を発生する平面コイルを設け、前記可動板の可動接点部に接離可能な固定接点部を設ける構成とした。

【手続補正5】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0008

【補正方法】変更

【補正内容】

【0008】前記磁界発生手段は、薄膜の永久磁石とする。また、半導体基板の上下面に上側基板と下側基板を設ける構成とした。更に、前記上側基板と下側基板で可動板収納空間を閉塞し、この可動板収納空間を真空状態とするといい。前記上側基板及び下側基板を、絶縁基板とするとよい。第1の発明の電磁リレーの製造方法としては、半導体基板のトーションバー形成部分を除いて基板の下面から上面に向けて貫通させて前記トーションバー部分で半導体基板に振動可能に軸支される可動板を形成する工程と、可動板周囲に平面コイルを形成する工程と、可動板に可動接点部を形成する工程と、前記可動接点に接離可能な固定接点部を形成する工程と、トーションバー軸方向と平行な可動板の対辺に対応する位置に磁界発生手段を固定する工程とからなることを特徴とする。また、前記磁界発生手段を固定する工程は、磁界発生手段を、可動板に対して上下に配置して、可動板平面

に沿う静磁界を発生させるように固定するとよく、更に、磁界発生手段を、可動板に対して上下に配置し、且つ位置をずらして、可動板平面に沿う静磁界を発生させるように固定するとよい。

【手続補正6】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0009

【補正方法】変更

【補正内容】

【0009】また、第2の発明の電磁リレーの製造方法は、半導体基板のトーションバー形成部分を除いて基板の下面から上面に向て貫通させて前記トーションバー部分で半導体基板に揺動可能に軸支される可動板を形成する工程と、可動板周囲に磁界発生手段を形成する工程と、可動板に可動接点部を形成する工程と、前記トーションバーの軸方向と平行な可動板の対辺側方の半導体基板部分に平面コイルを形成する工程と、前記可動接点に接離可能な固定接点部を形成する工程とからなることを特徴とする。前記可動板形成工程は、異方性エッチングを用いるとよい。また、前記平面コイル形成工程は、電解めっきにより平面コイルを形成するとよい。また、半導体基板の上下面に上側基板と下側基板とを固定する工程を有する。この上側及び下側基板の固定工程は、陽極接合を用いて行うとよい。

【手続補正7】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0013

【補正方法】変更

【補正内容】

【0013】前記シリコン基板2には、平板状の可動板5と、この可動板5の中心位置でシリコン基板2に対して基板上下方向に揺動可能に可動板5を軸支するトーションバー6、6とが異方性エッチングによって一体形成されている。従って、可動板5及びトーションバー6もシリコン基板と同一材料からなっている。前記可動板5の上面周縁部には、図3に示すように、通電により磁界を発生する銅薄膜からなる平面コイル7が絶縁被膜で覆われて設けられている。ここで、コイルは抵抗分によってジュール熱損失があり抵抗の大きな薄膜コイルを高密度に実装すると発熱により駆動力が制限されることから、本実施例では、従来公知の電解めっきによる電鋳コイル法によって前記平面コイル7を形成してある。電鋳コイル法は、基板上にスパッタで薄いニッケル層を形成し、このニッケル層の上に銅電解めっきを行って銅層を形成し、コイルに相当する部分を除いて銅層及びニッケル層を除去することで、銅層とニッケル層からなる薄膜の平面コイルを形成するもので、薄膜コイルを低抵抗で高密度に実装できる特徴があり、マイクロ磁気デバイスの小型化・薄型化に有効である。また、可動板5の下面側の両側には、図4に示すように、コ字状の電気配線

8、8が設けられ、これら各電気配線8、8のそれぞれの端部上面には、例えば金、白金等の可動接点9、9が設けられている。

【手続補正8】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0014

【補正方法】変更

【補正内容】

【0014】更に、下側ガラス基板4の上面には、電気配線10、10が図4の二点鎖線で示すようなパターンで形成されており、この電気配線10、10上面の前記可動接点9、9に対応する位置に、同じく金、白金等からなる固定接点11、11が設けられている。前記電気配線10、10は、図2に示すように、下側ガラス基板4に設けた貫通穴部分を介して下側ガラス基板4の下面側に引き出されている。

【手続補正9】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0015

【補正方法】変更

【補正内容】

【0015】シリコン基板2のトーションバー6、6の側方上面には、トーションバー6、6の部分を介して平面コイル7と電気的に接続する一対の電極端子12、12が設けられており、この電極端子12、12は、シリコン基板2上に電鋳コイル法により平面コイル7と同時に形成される。上側及び下側ガラス基板3、4の図1中左右側には、前記トーションバー6、6の軸方向と平行な可動板5の対辺の平面コイル7部分に磁界を作成させる互いに対をなす円形状の永久磁石13A、13Bと14A、14Bが設けられている。互いに対をなす一方の各3個づつの永久磁石13A、13Bは、図2に示すように、下側がN極、上側がS極となるよう設けられ、互いに対をなす他方の各3個づつの永久磁石14A、14Bは、図2に示すように、下側がS極、上側がN極となるよう設けられている。

【手続補正10】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0029

【補正方法】変更

【補正内容】

$$[0029] Q_r = \epsilon S \sigma T^4 \dots \quad (9)$$

ここで、 ϵ は輻射率（黒体は $\epsilon = 1$ で一般には $\epsilon < 1$ ）、Sは素子の表面積、 σ はステファンボルツマン定数（ $\pi^2 k^4 / 60 h^3 c^2$ ）、Tは素子の表面温度である。また、トーションバーからの伝導による放熱量Qaは下記の(10)式で表される。

【手続補正11】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0043

【補正方法】変更

【補正内容】

【0043】以上で、シリコン基板2に可動板5及びトーションバーが一体に形成される。その後、可動板部分のワックス層を除去した後、シリコン基板2の上下面に上側ガラス基板3と下側ガラス基板4をそれぞれ陽極接合によって結合し、上下のガラス基板3、4の所定位置に永久磁石_{13A}、_{13B}と_{14A}、_{14B}を取付ければよい。

【手続補正12】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】図5

【補正方法】変更

【補正内容】

【図5】同上第1実施例の電磁リレーの動作原理を説明する図

【手続補正13】

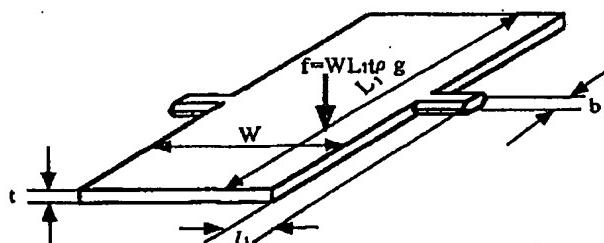
【補正対象書類名】図面

【補正対象項目名】図10

【補正方法】変更

【補正内容】

【図10】



【手続補正14】

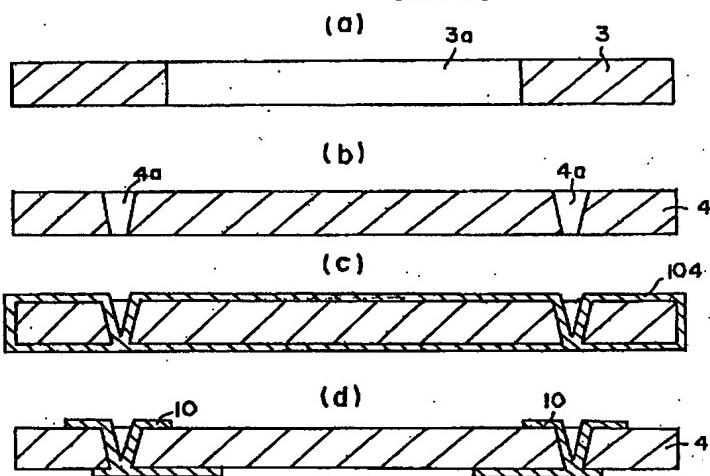
【補正対象書類名】図面

【補正対象項目名】図13

【補正方法】変更

【補正内容】

【図13】



【手続補正15】

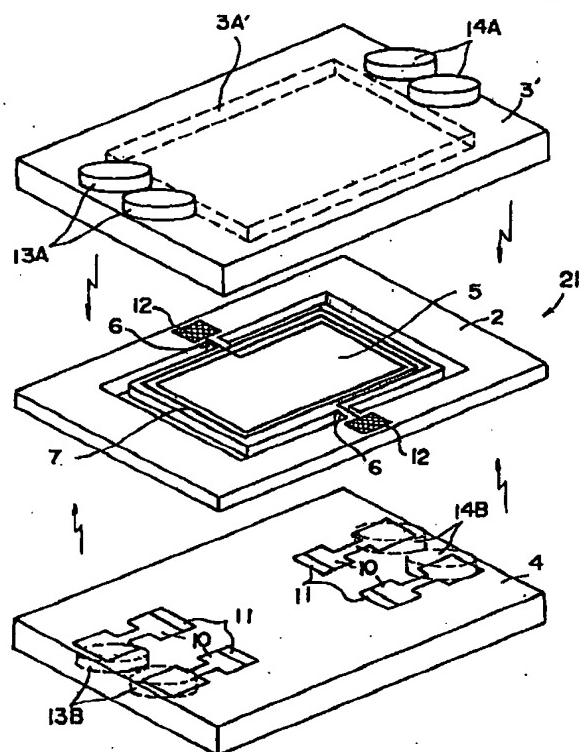
【補正対象書類名】図面

【補正対象項目名】図15

【補正方法】変更

【補正内容】

【図15】



PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 07-176255
 (43)Date of publication of application : 14.07.1995

(51)Int.Cl. H01H 51/24
 H01H 49/00

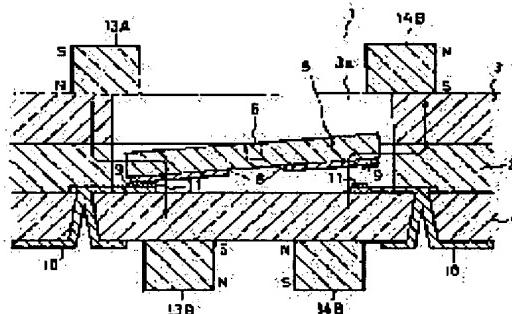
(21)Application number : 05-320525 (71)Applicant : NIPPON SIGNAL CO LTD:THE
 ESASHI MASAKI
 (22)Date of filing : 20.12.1993 (72)Inventor : ASADA NORIHIRO
 ESASHI MASAKI

(54) PLANER ELECTROMAGNETIC RELAY AND MANUFACTURE THEREOF

(57)Abstract:

PURPOSE: To attain thinning and miniaturization of an electromagnetic relay.

CONSTITUTION: On a silicon substrate 2, a flat plate-shaped movable plate 5 and a torsion bar 6 of swivelably journaling the movable plate 5 are integrally formed. A flat coil 7 for generating a magnetic field by carrying a current is provided in an upper surface peripheral edge part of the movable plate 5, and a movable contact 9 is provided in a lower surface side. Further, glass substrates 3, 4 are provided in upper/lower surfaces of the silicon substrate 2, and fixed contact 11 capable of coming into contact with the movable contact 9 is provided in the lower side glass substrate 3. Further in this constitution, permanent magnets 13A, 13B and 14A, 14B for making a magnetic field act in the plane coil are fixed to a prescribed position of the glass substrates 3, 4. This electromagnetic relay is manufactured by a process of manufacturing a semiconductor element.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination]	30.05.2000
[Date of sending the examiner's decision of rejection]	11.03.2003
[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]	
[Date of final disposal for application]	
[Patent number]	3465940
[Date of registration]	29.08.2003
[Number of appeal against examiner's decision of rejection]	2003-006003
[Date of requesting appeal against examiner's	10.04.2003

[decision of rejection]

[Date of extinction of right]

* NOTICES *

JPO and INPIT are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.

2. **** shows the word which can not be translated.

3. In the drawings, any words are not translated.

CLAIMS

[Claim(s)]

[Claim 1] The torsion bar spring which supports a plate-like movable plate and this plate-like movable plate to revolve rockable in the substrate vertical direction to a semi-conductor substrate to a semi-conductor substrate is really formed. While laying the flat-surface coil which generates a field by energization in the top-face periphery section of said movable plate and preparing the traveling contact section in an inferior-surface-of-tongue side The bottom insulating substrate which prepared the fixed contact surface in the location corresponding to the contact surface of said movable plate is prepared in the inferior surface of tongue of a semi-conductor substrate. The top insulating substrate which opened the movable-plate upper part wide at least is prepared in the top face of a semi-conductor substrate. The planar mold electromagnetic relay characterized by considering as the configuration which fixes to said vertical insulating substrate the permanent magnet which makes a field act on the flat-surface coil section of the opposite side of a movable plate parallel to the shaft orientations of said torsion bar spring, and which makes a pair mutually.

[Claim 2] The torsion bar spring which supports a plate-like movable plate and this plate-like movable plate to revolve rockable in the substrate vertical direction to a semi-conductor substrate to a semi-conductor substrate is really formed. While preparing a permanent magnet in the top-face periphery section of said movable plate and preparing the traveling contact section in an inferior-surface-of-tongue side Into the semi-conductor substrate part of the opposite side side of a movable plate parallel to the shaft orientations of said torsion bar spring Prepare the flat-surface coil which generates a field by energization, and the bottom insulating substrate which prepared the fixed contact surface in the location corresponding to the contact surface of said movable plate is prepared in the inferior surface of tongue of a semi-conductor substrate. The planar mold electromagnetic relay characterized by considering as the configuration which prepares the top insulating substrate which opened the movable-plate upper part wide at least in the semi-conductor substrate bottom.

[Claim 3] The planar mold electromagnetic relay according to claim 1 or 2 considered as the configuration which makes a vacua movable-plate storage space which blockades the open section of said top insulating substrate, and is surrounded with a vertical insulating substrate and a semi-conductor substrate.

[Claim 4] The process which forms the movable plate which is made to penetrate from anisotropic etching towards a top face, and is supported to revolve with said torsion-bar-spring part by the semi-conductor substrate rockable from the inferior surface of tongue of a substrate except for the torsion-bar-spring formation part of a semi-conductor substrate, The process which forms a flat-surface coil in the perimeter of a movable-plate top face with electrolysis plating, and the process which forms the traveling contact section in a movable-plate inferior-surface-of-tongue side, The process which forms in the top face of a bottom insulating substrate the fixed contact surface which can attach and detach to said traveling contact, The process which fixes to the vertical side of a semi-conductor substrate an inferior-surface-of-

tongue insulating substrate and the top-face insulating substrate which opened the movable-plate upper part wide at least by anode plate junction, The manufacture approach of a planar mold electromagnetic relay which consists of a process which fixes a permanent magnet to the top-face insulating-substrate part and inferior-surface-of-tongue insulating-substrate part corresponding to the opposite side of a movable plate parallel to torsion-bar-spring shaft orientations.

[Claim 5] The process which forms the movable plate which is made to penetrate from anisotropic etching towards a top face, and is supported to revolve with said torsion-bar-spring part by the semi-conductor substrate rockable from the inferior surface of tongue of a substrate except for the torsion-bar-spring formation part of a semi-conductor substrate, The process which forms the permanent magnet of a thin film in the perimeter of a movable-plate top face, and the process which forms the traveling contact section in a movable-plate inferior-surface-of-tongue side, The process which forms a flat-surface coil in the semi-conductor substrate part of the opposite side side of a movable plate parallel to the shaft orientations of said torsion bar spring with electrolysis plating, The manufacture approach of a planar mold electromagnetic relay which consists of a process which fixes an inferior-surface-of-tongue insulating substrate and the top-face insulating substrate which opened the movable-plate upper part wide at least to the process which forms in the top face of a bottom insulating substrate the fixed contact surface which can attach and detach to said traveling contact, and the vertical side of a semi-conductor substrate by anode plate junction.

[Translation done.]

* NOTICES *

JPO and INPIT are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

- 1.This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
- 2.**** shows the word which can not be translated.
- 3.In the drawings, any words are not translated.

DETAILED DESCRIPTION

[Detailed Description of the Invention]

[0001]

[Industrial Application] This invention relates to the planar mold electromagnetic relay manufactured using a semiconductor device manufacturing technology, and its manufacture approach.

[0002]

[Description of the Prior Art] By development of the microelectronics represented by high integration of a semiconductor device, various devices are miniaturized with advanced features. The control system treating comparatively big energy like an industrial robot is not the exception, either. At such a control system, control of big energy is controlled by microelectronics-ization of a control unit with very small energy. Consequently, the problem of malfunction by a noise etc. surfaces and the need of an electromagnetic relay is growing as an output device of the last stage.

[0003]

[Problem(s) to be Solved by the Invention] However, the conventional electromagnetic relay occupies the extraordinarily big volume, if it compares with a semi-conductor. Therefore, in order to promote the miniaturization of a device, the miniaturization of an electromagnetic relay is

required. And reference die-length width of face of 14mm, width of face of 9mm, and whose height of 5mm are the smallest in the world in an electromagnetic relay common coil type [conventional] ("a super-thin signal relay", the Matsushita Electric Works technical report, No.35, and pp 27-31) (1987).

[0004] Moreover, recently, in order to attain the miniaturization of an electromagnetic relay further, the planar mold electromagnetic relay using a micro-machining technique is proposed (H. Hosaka, H.Kuwano and K.Yanagisawa "ELECTROMAGNETIC MICRORELAYS: CONCEPS AND FUNDAMENTAL CHARACTERISTICS", Proc.IEEE MENS Workshop 93, pp.12 - 17 (1993) reference). However, the above-mentioned planar mold electromagnetic relay also uses the coil mold of the former [coil], and there is a limitation in a miniaturization.

[0005] This invention was made in view of the above-mentioned situation, and aims at attaining much more miniaturization of an electromagnetic relay.

[0006]

[Means for Solving the Problem] for this reason, in the planar mold electromagnetic relay of the 1st invention The torsion bar spring which supports a plate-like movable plate and this plate-like movable plate to revolve rockable in the substrate vertical direction to a semi-conductor substrate to a semi-conductor substrate is really formed. While laying the flat-surface coil which generates a field by energization in the top-face periphery section of said movable plate and preparing the traveling contact section in an inferior-surface-of-tongue side The bottom insulating substrate which prepared the fixed contact surface in the location corresponding to the contact surface of said movable plate is prepared in the inferior surface of tongue of a semi-conductor substrate. The top insulating substrate which opened the movable-plate upper part wide at least was prepared in the top face of a semi-conductor substrate, and it considered as the configuration which fixes to said vertical insulating substrate the permanent magnet which makes a field act on the flat-surface coil section of the opposite side of a movable plate parallel to the shaft orientations of said torsion bar spring, and which makes a pair mutually.

[0007] Moreover, the torsion bar spring which supports a plate-like movable plate and this plate-like movable plate to revolve with the electromagnetic relay of the 2nd invention rockable in the substrate vertical direction to a semi-conductor substrate to a semi-conductor substrate is really formed. While preparing a permanent magnet in the top-face periphery section of said movable plate and preparing the traveling contact section in an inferior-surface-of-tongue side Into the semi-conductor substrate part of the opposite side side of a movable plate parallel to the shaft orientations of said torsion bar spring The flat-surface coil which generates a field by energization was prepared, the bottom insulating substrate which prepared the fixed contact surface in the location corresponding to the contact surface of said movable plate was prepared in the inferior surface of tongue of a semi-conductor substrate, and it considered as the configuration which prepares the top insulating substrate which opened the movable-plate upper part wide at least in the semi-conductor substrate bottom.

[0008] Moreover, it is good to consider as the configuration which makes a vacua movable-plate storage space which blockades the open section of said top insulating substrate, and is surrounded with a vertical insulating substrate and a semi-conductor substrate. As the manufacture approach of the electromagnetic relay the 1st invention The process which forms the movable plate which is made to penetrate from anisotropic etching towards a top face, and is supported to revolve with said torsion-bar-spring part by the semi-conductor substrate rockable from the inferior surface of tongue of a substrate except for the torsion-bar-spring formation part of a semi-conductor substrate, The process which forms a flat-surface coil in the perimeter of a movable-plate top face with electrolysis plating, and the process which forms the traveling contact section in a movable-plate inferior-surface-of-tongue side, The process which forms in the top face of a bottom insulating substrate the fixed contact surface which can attach and detach to said traveling contact, The process which fixes to the vertical side of a semi-conductor substrate an inferior-surface-of-tongue insulating substrate and the top-face insulating substrate which opened the movable-plate upper part part wide at least by anode plate junction, It is characterized by consisting of a process which fixes a permanent magnet to the top-face insulating-substrate part and inferior-surface-of-tongue insulating-substrate part

corresponding to the opposite side of a movable plate parallel to torsion-bar-spring shaft orientations.

[0009] Moreover, the manufacture approach of the electromagnetic relay the 2nd invention The process which forms the movable plate which is made to penetrate from anisotropic etching towards a top face, and is supported to revolve with said torsion-bar-spring part by the semi-conductor substrate rockable from the inferior surface of tongue of a substrate except for the torsion-bar-spring formation part of a semi-conductor substrate, The process which forms the permanent magnet of a thin film in the perimeter of a movable-plate top face, and the process which forms the traveling contact section in a movable-plate inferior-surface-of-tongue side, The process which forms a flat-surface coil in the semi-conductor substrate part of the opposite side side of a movable plate parallel to the shaft orientations of said torsion bar spring with electrolysis plating, It is characterized by consisting of a process which fixes an inferior-surface-of-tongue insulating substrate and the top-face insulating substrate which opened the movable-plate upper part part wide at least to the process which forms in the top face of a bottom insulating substrate the fixed contact surface which can attach and detach to said traveling contact, and the vertical side of a semi-conductor substrate by anode plate junction.

[0010]

[Function] since according to this configuration the flat-surface coil was formed in the movable plate while forming moving part in the semi-conductor substrate using the semiconductor device manufacture process -- a coil part -- thin-shape-izing -- and it can miniaturize, and can be markedly alike compared with the conventional coil mold, and the miniaturization of an electromagnetic relay can be attained.

[0011] Furthermore, if it is made to carry out the vacuum lock of the storage space of a movable plate, rocking resistance of a movable plate can be lost now and the responsibility of an electromagnetic relay can be raised.

[0012]

[Example] Hereafter, the example of this invention is explained based on a drawing. The configuration of the 1st example of the planar mold electromagnetic relay built over the 1st invention at drawing 1 - drawing 4 is shown. In drawing, the electromagnetic relay 1 of this example has a three-tiered structure which carried out anode plate junction of the bottom which becomes the vertical side of the silicon substrate 2 which is a semi-conductor substrate, for example from borosilicate glass etc., respectively, the top as a bottom insulating substrate, and the bottom glass substrates 3 and 4. And opening 3a is prepared by ultrasonic machining etc. so that said top glass substrate 3 may open the movable-plate 5 upper-part part mentioned later.

[0013] The plate-like movable plate 5 and the torsion bar springs 6 and 6 which support a movable plate 5 to revolve with the center position of this movable plate 5 rockable in the substrate vertical direction to a silicon substrate 2 are really formed in said silicon substrate 2 of anisotropic etching. Therefore, the movable plate 5 and the torsion bar spring 6 also consist of the same ingredient as a silicon substrate. As shown in drawing 3, the flat-surface coil 7 which consists of a copper thin film which generates a field by energization is covered with the top-face periphery section of said movable plate 5 with an insulating coat, and is prepared in it. Here, if there is joule heat loss and the big thin film coil of resistance is mounted in high density by resisted part, since driving force will be restricted by generation of heat, the coil has formed said flat-surface coil 7 with the electrocasting coil magnetization method by well-known electrolysis plating conventionally in this example. A electrocasting coil magnetization method forms a thin nickel layer by the spatter on a substrate, performs copper electrolysis plating, forms a copper layer on this nickel layer, it is removing a copper layer and a nickel layer except for the part equivalent to a coil, forms the flat-surface coil of the thin film which consists of a copper layer and a nickel layer, has the description which can mount a thin film coil in high density by low resistance, and is effective in a miniaturization and thin-shape-izing of a micro MAG device. Moreover, as shown in the both sides by the side of the inferior surface of tongue of a movable plate 5 at drawing 4, the electric wiring 8 and 8 on a KO character is formed, and the traveling contacts 9 and 9, such as gold and platinum, are formed in each edge top face of each [these] electric wiring 8 and 8.

[0014] Furthermore, it is formed in the top face of the bottom glass substrate 4 by the pattern as electric wiring 10 and 10 shows with the two-dot chain line of drawing 3, and the stationary contacts 11 and 11 which similarly consist of gold, platinum, etc. are formed in the location corresponding to said traveling contacts 9 and 9 of this electric wiring 10 and ten top faces. Said electric wiring 10 and 10 is pulled out through the through hole part prepared in the bottom glass substrate 4 at the inferior-surface-of-tongue side of the bottom glass substrate 4, as shown in drawing 2.

[0015] The electrode terminals 12 and 12 of a pair electrically connected with the flat-surface coil 7 through the part of torsion bar springs 6 and 6 are formed in the side top face of the torsion bar springs 6 and 6 of a silicon substrate 2, and coincidence formation of these electrode terminals 12 and 12 is carried out with the flat-surface coil 7 by the electrocasting coil magnetization method on a silicon substrate 2. The permanent magnets 13A and 13B of the circle configuration which makes a field act on flat-surface coil 7 part of the opposite side of the movable plate 5 parallel to the shaft orientations of said torsion bar springs 6 and 6 and which makes a pair mutually, and 14A and 14B are prepared in the right-and-left-among drawing 1 side of a top and the bottom glass substrate 3. Mutually, while makes a pair, and it is prepared so that the bottom may serve as N pole and the bottom may serve as the south pole, and as every three permanent magnets 13A and 13B each are shown in drawing 2, every three permanent magnets 14A and 14B each of another side which makes a pair mutually are formed so that the bottom may serve as the south pole and the bottom may serve as N pole, as shown in drawing 2.

[0016] Next, actuation is explained. For example, a current is passed in the flat-surface coil 7, using the electrode terminal 12 of + pole and another side as - pole for one electrode terminal 12. On both sides of a movable plate 5, by permanent magnet 13A, and 13B, 14A and 14B If the field is formed in the direction which crosses the flat-surface coil 7 along the flat surface of a movable plate 5 between up-and-down magnets as the arrow head of drawing 2 shows, and a current flows in the flat-surface coil 7 in this field According to the current density and flux density of the flat-surface coil 7, magnetic force F acts in the flat-surface coil 7 and the direction (shown in drawing 5) which in other words followed the left-hand rule of Fleming of a current, flux density, and the force to the both ends of a movable plate 5, and this force is searched for from the Lorentz force.

[0017] This magnetic force F will be called for by the following (1) formula, if flux density according the current density which flows in the flat-surface coil 7 to i, permanent magnets 13A and 13B, and 14A and 14B is set to B.

$$F=ixB \dots (1)$$

It changes in fact with coil length w (shown in drawing 5) which the number of turns n and magnetic force F of the flat-surface coil 7 commit, and becomes like the following (2) types.

$$[0018] F=nw(ixB) \dots (2)$$

On the other hand, when a movable plate 5 rotates, torsion bar springs 6 and 6 are twisted and the relation of the displacement angle phi of spring reaction force F' of the torsion bar springs 6 and 6 generated by this and a movable plate 5 becomes like the following (3) types.

$\phi=(Mx/GI_p)=(F'L/8.5 \times 10^9 r^4) \times I_1 \dots (3)$ Here, it is Mx. It twists and the moment and G are modulus of transverse elasticity and I_p. It is a pole second moment of area. Moreover, L, I₁, and r are the distance from the medial axis of a torsion bar spring to a power point, the die length of a torsion bar spring, and the radius of a torsion bar spring, and are shown in drawing 5, respectively.

[0019] And a movable plate 5 rotates to the location where said magnetic force F and spring reaction force F' balance. Therefore, by substituting F of (2) types for F' of (3) types shows that the displacement angle phi of a movable plate 5 is proportional to the current i which flows in the flat-surface coil 7. Therefore, if sufficient current for the traveling contacts 9 and 9 of movable-plate 5 inferior surface of tongue to overcome the spring force of a torsion bar spring 6, and carry out a pressure welding to the stationary contacts 11 and 11 of bottom glass substrate 4 top face is passed in the flat-surface coil 7, traveling contacts 9 and 9 and stationary contacts 11 and 11 can be contacted by rotation of a movable plate 5. And a switch of a contact, or energization/cutoff of a current is controllable by carrying out ON/OFF of the switch or current

of the direction of a current passed in the flat-surface coil 7.

[0020] Next, the count result of the flux density distribution by the permanent magnet in the electromagnetic relay of this example is explained. Drawing 6 showed the flux density distribution computation model of the permanent magnet of the shape of a cylinder used for this example, and calculated the magnetic flux of the point of dividing and asking the minute field dy for the front face of N pole of a permanent magnet, and each south pole.

[0021] If flux density formed on Bn and a south pole front face in the flux density formed on N pole front face is set to Bs, the flux density [in / it can ask for these by ** (4) of [several 1] and [several 2] and (5) equations from the formula of the flux density distribution by the cylinder-like permanent magnet, and / the point of arbitration] B is Bn. Bs It becomes the compound thing and is shown by (6) equations.

[0022]

[Equation 1]

$$B_n = \frac{Br}{2\pi} \int_{-d/2}^{d/2} \frac{z[(d/2)^2 - y^2]^{1/2} dy}{[(y-y_0)^2 + z^2][(d/2)^2 + z^2 + y_0^2 - 2y_0y]^{1/2}} \quad \dots \quad (4)$$

[0023]

[Equation 2]

Bs =

$$B_s = \frac{Br}{2\pi} \int_{-d/2}^{d/2} \frac{(z+1)[(d/2)^2 - y^2]^{1/2} dy}{[(y-y_0)^2 + (z+1)^2][(d/2)^2 + (z+1)^2 + y_0^2 - 2y_0y]^{1/2}} \quad \dots \quad (5)$$

[0024] B=Bn+Bs ... (6)

Here, it sets at each ceremony of [several 1] and [several 2], and is Br. The distance of the N-pole face of a permanent magnet and an S-pole face and d of the coordinate and I to which the residual magnetic flux density of a permanent magnet, x, and y and z express the point of the arbitration of the surrounding space of a permanent magnet are the radii of each pole face. For example, the radius of 1mm, height of 1mm, the Sm-Co permanent magnet DIANET of residual magnetic flux density 0.85T The result of having calculated flux density distribution of the field a perpendicular to the front face of the permanent magnet arranged as shown in drawing 7 is shown in drawing 8 using DM-18 (a trade name, product made from the SEIKO electronic parts).

[0025] When it has arranged like drawing 7, the space between magnets serves as flux density more than abbreviation 0.3 T. Next, the count result of the amount of displacement of a movable plate 5 is explained. Width of face of the flat-surface coil 7 formed in a movable plate 5 was set to 100 micrometers, thickness of 14 and a movable plate 5 was set to 20 micrometers for number of turns, and the radius of a torsion bar spring 6 was searched for from (2) types and (3) types, having used die length as 5mm for 25 micrometers and die length having used width of face of 1mm and a movable plate 5 as 4mm. In addition, 0.3 T obtained by the above-mentioned flux density distribution count was used for flux density.

[0026] Consequently, (A) and the (B) Fig. of drawing 9 show that the displacement angle of 2 times is acquired by current 1.5 mA. In addition, (C) shows the relation between a current and the heating value Q to generate, and the generating heating value per unit area at this time is 2 13 microwatts/cm. It became. Next, calorific value and the relation of heat dissipation are explained. Calorific value is the Joule's heat generated in resistance of a coil, therefore the heating value Q generated in per unit time amount is expressed by the following (7) types.

[0027] Q=i² R ... (7)

Here, the current and R to which i flows in a coil are resistance of a coil. Heat release Qc by the calorific value convection current It is expressed with the following (8) types.

Qc = hSdeltaT ... (8)

Here, h is [the surface area of a component and deltaT of a heat transfer coefficient (air is 5x10⁻³ to 5x10⁻² [watt /cm² **]) and S] the temperature gradients of a component front face

and air.

[0028] (8) types are $Q_c = 1.0$ when area of the movable plate used as the exoergic section is set to 2 (4x5) 20mm. ΔT [m W/(degree C)] ... It becomes (8)' and is 2 dozens of microwatts/cm. If it is the calorific value of extent, it turns out that the problem of the temperature rise of a component can be disregarded. In addition, heat release Q_r according to radiation to reference It is expressed with the following (9) types.

[0029] $Q_r = \epsilon S \sigma T - 4$... (9)

Here, for ϵ , emissivity ($\epsilon = 1$ generally [blackbody] $\epsilon < 1$) and S are [a Stefan-Boltzmann constant ($\pi^2 k^4 / 60 h c^2$) and T of the surface area of a component and σ] the skin temperature of a component. Moreover, heat release Q_a by the conduction from a torsion bar spring It is expressed with the following (10) types.

[0030]

$Q_a = 2\lambda(S/l_1) \Delta T$... (10)

Here, λ is the heat conductivity (silicon is 84W / mK), and S is the cross-sectional area of a torsion bar spring, and l_1 . The die length of a torsion bar spring and ΔT are the temperature gradients of the both ends of a torsion bar spring. (10) types are $Q_a = 0.1$, when the radius of a torsion bar spring is set to 25 micrometers and die length is set to 1mm. ΔT [m W/(degree C)] ... It becomes (10)'.

[0031] Next, bending by the movable-plate self-weight of a torsion bar spring and bending of the movable plate by electromagnetic force are explained. These computation models are shown in drawing 10. It is [die length / of a torsion bar spring / width of face / of l_1 and a torsion bar spring / weight / of b and a movable plate] the die length of W and a movable plate about the width of face of t and a movable plate in the thickness of f and a movable plate L_1 If it carries out, amount of bending ΔY of a torsion bar spring will become like the following (11) types using the count approach of the amount of bending of a cantilever.

[0032]

$\Delta Y = (1/2)(4L_1 f/Ebt^3)$... (11)

Here, E is the Young's modulus of silicon. Moreover, weight f of a movable plate is expressed with the following (12) types.

$f = WL_1 t \rho g$... (12)

Here, ρ is the volume density of a movable plate and g is gravitational acceleration.

[0033] Moreover, similarly amount of bending ΔX of a movable plate becomes like the following (13) types using the count approach of the amount of bending of a cantilever.

$\Delta X = 4(L_1/2) 3 F/EWt^3$... (13)

Here, F is magnetic force which acts on the edge of a movable plate. And it considers that the coil length w of (2) types is die-length [of a movable plate] W , and said magnetic force F asks for it.

[0034] The count result of the amount of bending of these torsion bar springs and the amount of bending of a movable plate is shown in [Table 1]. In addition, the amount of bending of a movable plate calculates magnetic force F as 30microN.

[0035]

[Table 1]

トーションバーと可動板の揺み量の計算結果

W	6 mm	6 mm	6 mm
L_1	13mm	13mm	13mm
t	50 μ m	50 μ m	100 μ m
b	50 μ m	50 μ m	50 μ m
l_1	0.5mm	1.0mm	1.0mm
f	89 μ N	89 μ N	178 μ N
ΔY	0.022 μ m	0.178 μ m	0.356 μ m
ΔX	0.125 μ m	0.125 μ m	0.016 μ m

[0036] Amount of bending ΔY according to a movable plate with width of face of 6mm, a die length [of 13mm], and a thickness of 50 micrometers the case of the torsion bar spring of width of face of 50 micrometers and die-length 1.0 mm so that clearly from the above-mentioned [table 1] is 0.178. It is μm and amount of bending ΔY is 0.356 also considering the thickness of a movable plate as double 100 micrometers. It is μm . Moreover, amount of bending ΔX according to magnetic force the case of a movable plate with width of face of 6mm, a die length [of 13mm], and a thickness of 50 micrometers is 0.125. It is μm and is uninfluential in the property of about 200 micrometers, then the electromagnetic relay of this example in any way in the amount of displacement of movable-plate both ends.

[0037] As explained above, in the electromagnetic relay of this example, the effect by generation of heat of a coil can also be disregarded, and a problem does not have the rocking property of a movable plate 5 in any way, either, and the same function as usual can be demonstrated. and by forming contact moving part, a coil, etc. using the manufacture process of a semiconductor device, compared with the former, it can be markedly alike, and can consider as a micro thin electromagnetic relay. For this reason, the miniaturization of the control-system system which controls the output of the last stage by the electromagnetic relay can be attained. Moreover, mass production method becomes possible by manufacturing in the manufacture process of a semiconductor device.

[0038] Next, the production process of the electromagnetic relay of the 1st example of the above is explained, referring to drawing 11 – drawing 14 . First, the processing process of a silicon substrate is shown in drawing 11 and drawing 12 . Thickness 300 Silicon substrate 101 of μm A vertical side is oxidized thermally and an oxide film (1 micrometer) 102 is formed (a process).

[0039] Next, the pattern of a through hole is formed in a rear-face side with a HOTORISO graph, etching removal of the oxide film of a through hole part is carried out (b process), and it is thickness 0.5 about the oxide film of the movable-plate formation section further. It removes to μm (process c). Next, it is the wax layer 103 to a front-face side. It is anisotropic etching to the through hole part after preparing 100 μm Carry out (process d).

[0040] The thin oxide film for movable Itabe by the side of a rear face is removed (process e), and it is anisotropic etching to a part for a through hole and movable Itabe 100 μm Carry out (process f). Next, the mask of the electric wiring part is left and carried out to the silicon substrate part equivalent to the movable-plate rear face surrounded in the through hole part, for example, the spatter of nickel or copper is performed, the U-shaped electric wiring 8 and 8 is formed, a mask is further carried out except for a traveling contact part, the layer of gold or platinum is formed by vacuum evaporationo etc., and traveling contacts 9 and 9 are formed (process g).

[0041] Next, wax layer 103 by the side of a front face It removes and is the oxide film 102 by the side of a front face. Upwards, a flat-surface coil and an electrode terminal area (not shown) are conventionally formed with a well-known electrocasting coil magnetization method. A electrocasting coil magnetization method is a silicon substrate 101. The spatter of nickel is performed, a nickel layer is formed, copper electrolysis plating is performed, and a copper layer is formed in a front-face side. Next, the copper layer which carries out the mask of the part which is equivalent to a flat-surface coil and an electrode terminal by the resist of a positive type, performs copper etching and nickel etching one by one, removes a resist after etching, performs copper electrolysis plating further, covers the perimeter of a nickel layer with copper, and is equivalent to a flat-surface coil and an electrode terminal is formed. Next, after applying the plating resist of a negative mold to the part except a copper layer, copper electrolysis plating is performed, a copper layer is thickened, and a flat-surface coil and an electrode terminal are formed. And a flat-surface coil part is covered by insulating layers, such as for example, photosensitive polyimide. What is necessary is just to carry out by repeating the process from the spatter process of nickel to the insulating stratification again, when making a flat-surface coil two-layer (process h).

[0042] Next, it is anisotropic etching to the through hole part after preparing wax layer 103 ' in a

front-face side and carrying out the mask of the part for a movable-plate flesh-side surface part 100 μm . Carry out, a through hole part is made to penetrate, and wax layer 103' is removed except for a part for movable Itabe. In this case, up-and-down oxide film 102 is removed. Thereby, a movable plate 5 and a torsion bar spring (not shown) are formed, and the silicon substrate 2 of drawing 1 is formed (processes i and j).

[0043] Above, the movable plate 5 and torsion bar spring of a silicon substrate 2 are formed in one. Then, what is necessary is to combine the top glass substrate 3 and the bottom glass substrate 4 with the vertical side of a silicon substrate 2 by anode plate junction, respectively, and just to attach permanent magnets 10A and 10B, and 11A and 11B in the predetermined location of the up-and-down glass substrates 3 and 4, after removing the wax layer for movable Itabe.

[0044] Next, the processing process of a vertical glass substrate is explained, referring to drawing 13 and drawing 14. First, the top glass substrate 3 makes a hole in the location which is equivalent to a movable-plate upper part part with ultrasonic machining, and should just form opening 3a (process a). On the other hand, in the bottom glass substrate 4, the through holes 4a and 4a for through holes are first formed from the rear-face side of a glass substrate 4 by the electrolysis electron discharge method (process b).

[0045] And the spatter of nickel or copper is carried out to both sides of the bottom glass substrate 4, and it is the metal layer 104. It forms (process c). Next, the mask of the electric wiring part containing through hole 4a is carried out, other parts are etched, and it is the metal layer 104. Electric wiring 10 and 10 is formed by removing (process d). Next, the pattern of a stationary contact is formed in the front-face side of a glass substrate 4 with a HOTORISO graph for lift off, a fixed contact surface is removed, and it is a resist 105. It applies (process e).

[0046] Next, it is the vacuum evaporation layer 106 by vacuum evaporation of gold or platinum to the whole surface by the side of glass substrate 4 front face. It forms (process f). Next, vacuum evaporation layer 106 of other parts excluding a fixed contact surface by removing a resist It removes and stationary contacts 11 and 11 are formed (process g). Next, the 2nd example of the electromagnetic relay concerning the 1st invention is shown in drawing 15. In addition, the same sign is given to the same element as the 1st example, and explanation is omitted.

[0047] In drawing, although the configuration of a silicon substrate 2 and the bottom glass substrate 4 of the electromagnetic relay 21 of this example is the same as that of the 1st example, the configurations of top glass substrate 3' differ. That is, top glass substrate 3' is considered as the configuration which blockades the part equivalent to opening 3a of the top glass substrate 3 of the 1st example as slot 3A' by an electron discharge method etc. And top glass substrate 3' and the bottom glass substrate 4 are combined with the vertical side of a silicon substrate 2 by anode plate junction, and it is considering as the configuration which seals the rocking space of a movable plate 5. Furthermore, this closed space is made into a vacuum ambient atmosphere, and an electromagnetic relay 21 is made to drive.

[0048] Since the air resistance at the time of a movable plate 5 rotating is lost according to this configuration, the responsibility of a movable plate can be improved. and -- although there is a possibility that gas may trespass upon the rocking space of a movable plate when adhesives are used in case up-and-down glass substrate 3' and 4 are combined with a silicon substrate 2 -- this example -- like -- If anode plate junction is used, the worries will not exist. Moreover, in case the vacuum lock of the rocking space of a movable plate 5 is carried out, withstand voltage improves by enclosing a sulfuration fluorine (SF₆) in space.

[0049] Next, the example of the electromagnetic relay concerning the 2nd invention is shown in drawing 16, and it explains to it. In addition, the same sign is given to the same element as each above-mentioned example, and explanation is omitted. In drawing 16, by the electromagnetic relay 31 of this example, it replaces with a flat-surface coil and the permanent magnet 32 of a thin film is formed in a movable-plate 5 side. The flat-surface coils 7A and 7B which generate a field by energization on the other hand into the part of the opposite side side of a movable plate 5 parallel to the shaft orientations of the torsion bar springs 6 and 6 of a silicon substrate 2 are formed. Moreover, top glass substrate 3' is the configuration which is the same as that of what is

shown in drawing 15, has slot 3A', and was blockaded. In addition, although the permanent magnet was prepared in the shape of a frame in this example, you may make it prepare a permanent magnet only in a flat-surface coil and the corresponding side.

[0050] Even if it forms the permanent magnet 32 of a thin film in a movable-plate 5 side and forms the flat-surface coils 7A and 7B in a silicon substrate 2 side like this configuration, it can be made to operate like each above-mentioned example. Furthermore, since the coil is not prepared in a movable-plate 5 side, the problem about generation of heat is not produced. Moreover, since the magnet of a thin film is used, it does not say that actuation of a movable plate 5 becomes blunt, and the closure of only a movable plate 5 is also possible. And if the vacuum lock of the rocking space of a movable plate 5 is carried out, it will be the same as that of the example shown in drawing 15, and the responsibility of a movable plate 5 will become good.

[0051]

[Effect of the Invention] the electromagnetic relay using the conventional coil mold coil since it considered as the configuration which forms a coil using the conventional not a coil mold but semiconductor device manufacturing technology according to this invention as explained above -- comparing -- markedly -- alike -- a miniaturization -- and it can thin-shape-size. Therefore, integration and the miniaturization of the system of a control system which use an electromagnetic relay can be attained.

[0052] Moreover, the configuration which makes rocking space of a movable plate a closed space, and carries out a vacuum lock, then air resistance can be abolished, the responsibility of a movable plate can be improved, and relay responsibility can be raised.

[Translation done.]

* NOTICES *

JPO and INPIT are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

- 1.This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
- 2.**** shows the word which can not be translated.
- 3.In the drawings, any words are not translated.

DESCRIPTION OF DRAWINGS

[Brief Description of the Drawings]

[Drawing 1] The block diagram showing the 1st example of the electromagnetic relay concerning the 1st this invention

[Drawing 2] The enlarged vertical longitudinal sectional view of the 1st example of the same as the above

[Drawing 3] The expansion perspective view by the side of the top face of the movable plate of the 1st example of the same as the above

[Drawing 4] The expansion perspective view by the side of the inferior surface of tongue of the movable plate of the 1st example of the same as the above

[Drawing 5] Drawing explaining the principle of operation of the galvanomirror of the 1st example of the same as the above

[Drawing 6] The computation model Fig. of the flux density distribution by the permanent magnet of the 1st example of the same as the above

[Drawing 7] Drawing showing the calculated flux density distribution location

[Drawing 8] Drawing showing the count result of flux density distribution of the location shown in

drawing 7

[Drawing 9] The graph which shows the count result of the amount of displacement of a movable plate, and the amount of currents

[Drawing 10] A torsion bar spring and the computation model Fig. of the amount of bending of a movable plate

[Drawing 11] The explanatory view of the processing process of the silicon substrate of the 1st example of the same as the above

[Drawing 12] The explanatory view of the processing process of the silicon substrate following drawing 11

[Drawing 13] The explanatory view of the processing process of the glass substrate of the 1st example of the same as the above

[Drawing 14] The explanatory view of the processing process of the glass substrate following drawing 13

[Drawing 15] The perspective view showing the configuration of the 2nd example of the electromagnetic relay concerning the 1st invention

[Drawing 16] The perspective view showing the configuration of the example of the electromagnetic relay concerning the 2nd invention

[Description of Notations]

1, 21, 31 Electromagnetic relay

2 Silicon Substrate

3 3' Top glass substrate

4 Bottom Glass Substrate

5 Movable Plate

6 Torsion Bar Spring

7 Flat-Surface Coil

9 Traveling Contact

11 Stationary Contact

13A, 13B, 14A, 14B, 32 Permanent magnet

[Translation done.]

* NOTICES *

JPO and INPI are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

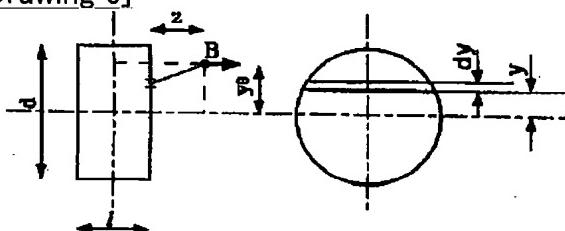
1.This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.

2.**** shows the word which can not be translated.

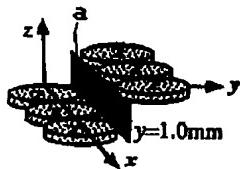
3.In the drawings, any words are not translated.

DRAWINGS

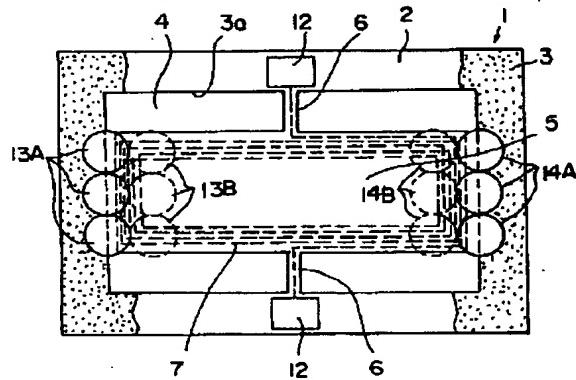
[Drawing 6]



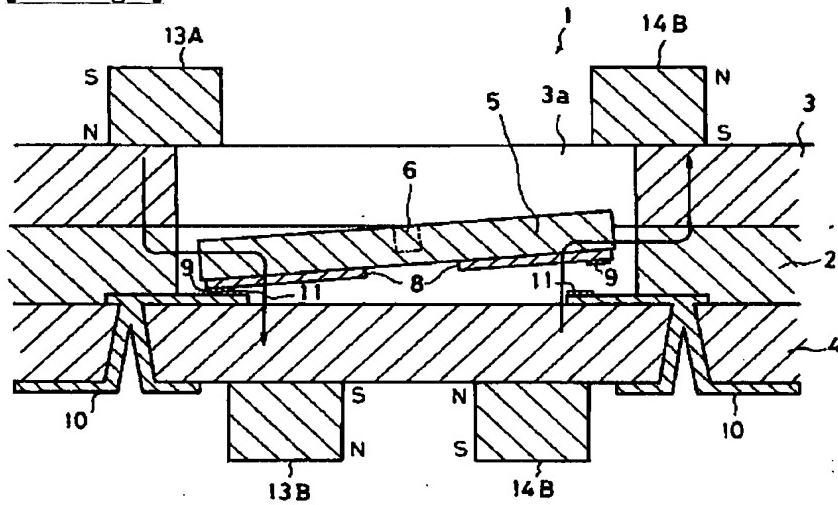
[Drawing 7]



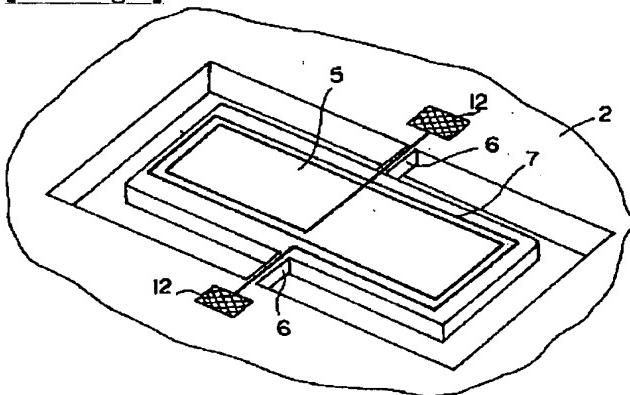
[Drawing 1]



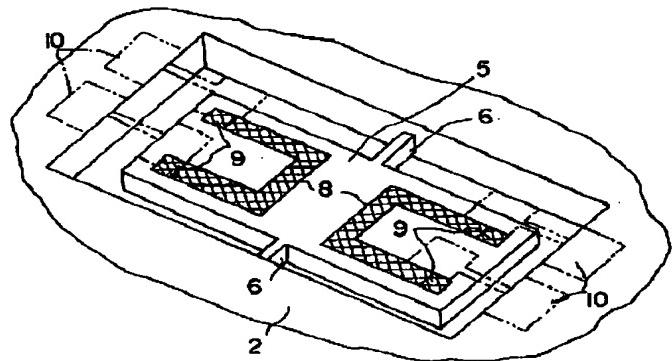
[Drawing 2]



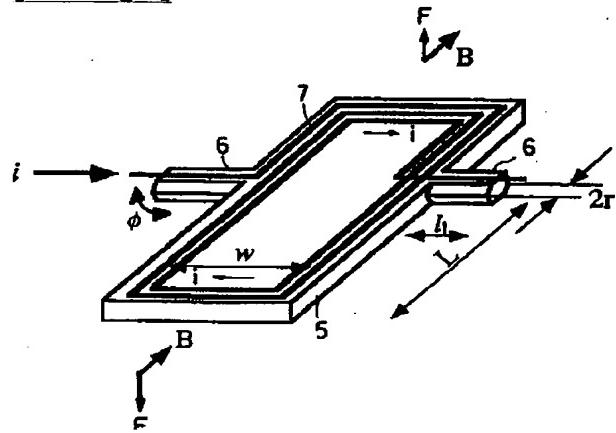
[Drawing 3]



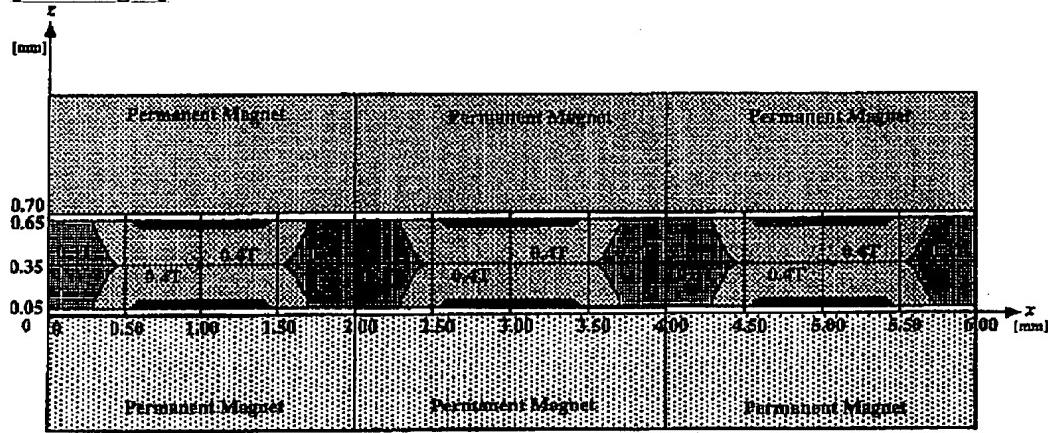
[Drawing 4]



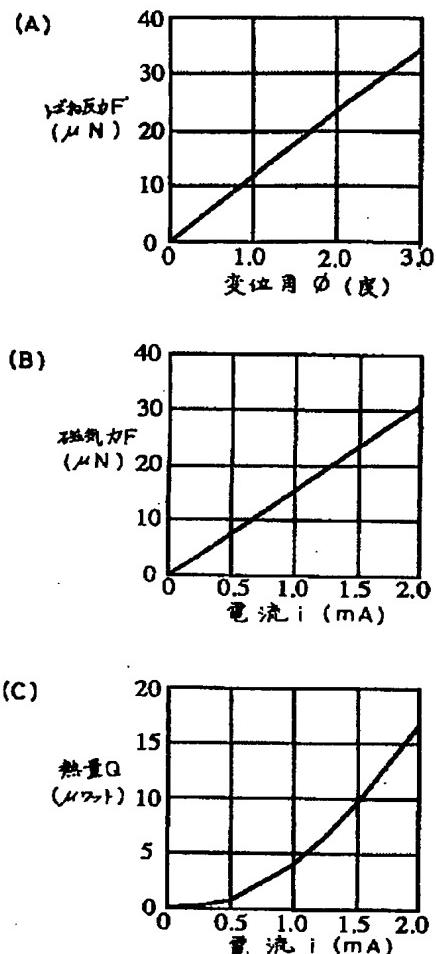
[Drawing 5]



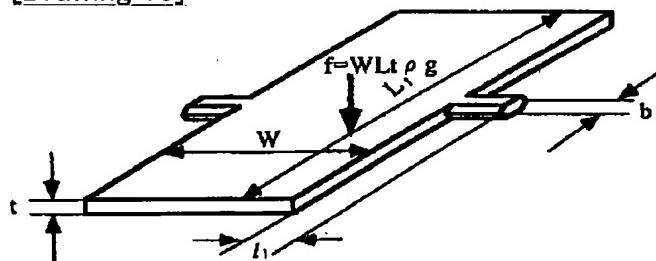
[Drawing 8]



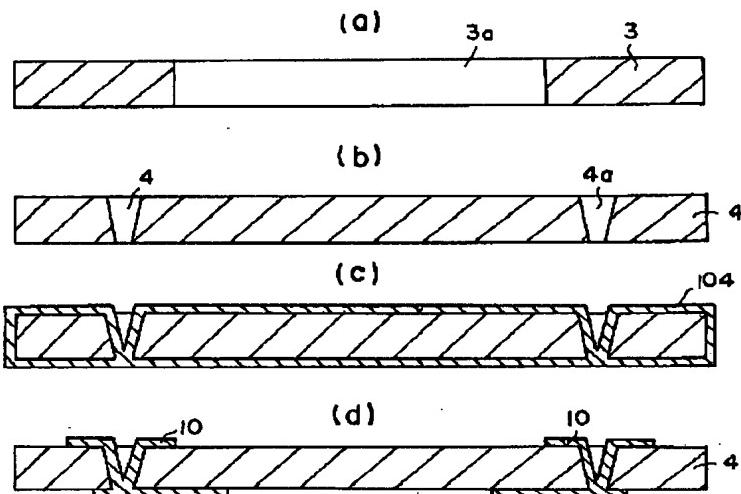
[Drawing 9]



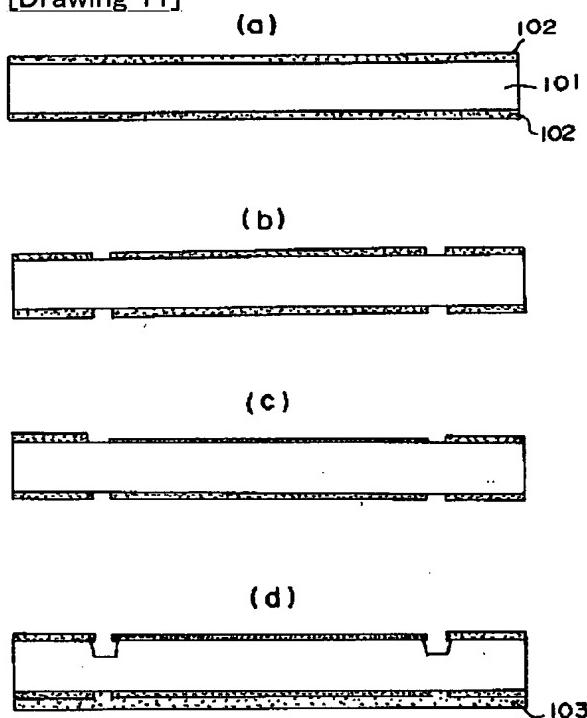
[Drawing 10]



[Drawing 13]



[Drawing 11]

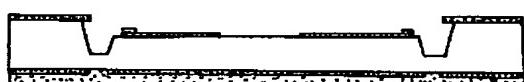


[Drawing 12]

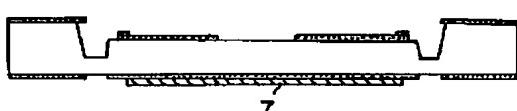
(f)



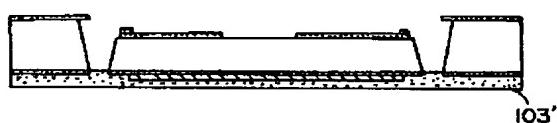
(g)



(h)



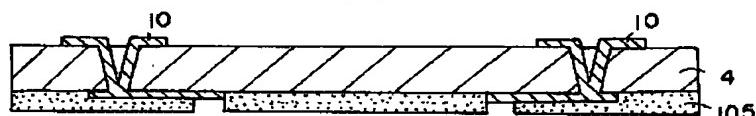
(i)



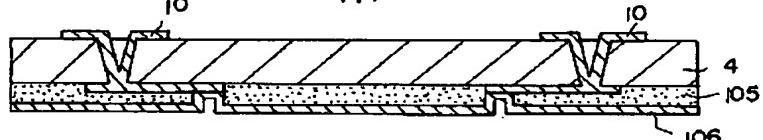
(j)

[Drawing 14]

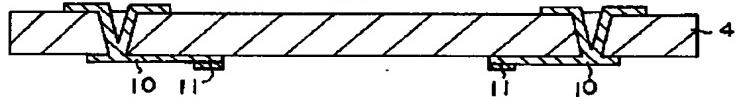
(e)

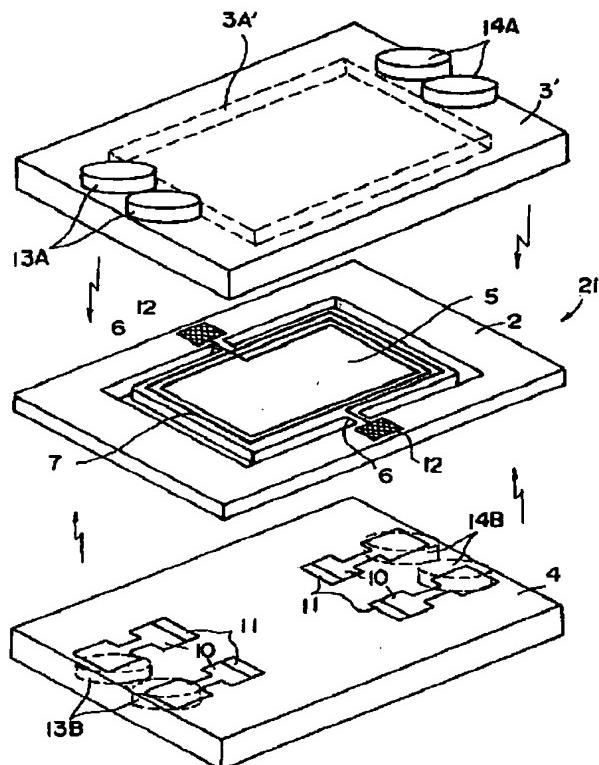


(f)

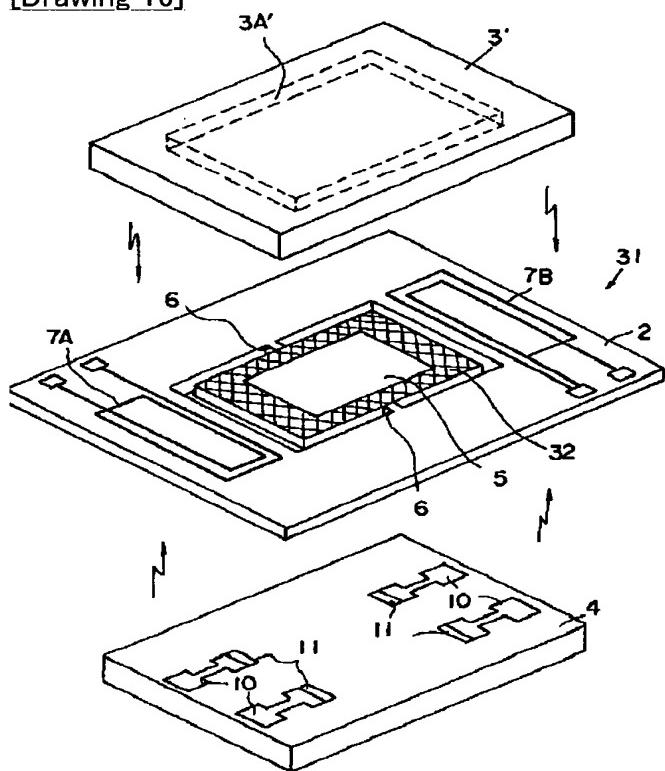


(g)

[Drawing 15]



[Drawing 16]



[Translation done.]